

Содружество клеток

Г. Г. Ф. Сперрелл

THE COMMONWEALTH
OF CELLS
—
SPURRELL

Электронная книга проекта "Гутенберг" о содружестве клеток

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и в большинстве других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Содружество клеток

Несколько популярных очерков по физиологии человека

Автор: Х. Г. Ф. Сперрелл

Дата выхода: 30 ноября 2024 [Электронная книга №74813]

Язык: Английский

Оригинальная публикация: Лондон: Баллиер, Тиндалл и Кокс, 1901

Авторские права: Соня Шерманн и команда онлайн-корректоров по адресу <https://www.pgdp.net> (Этот файл создан на основе изображений, щедро предоставленных интернет-архивом)

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "СОДРУЖЕСТВО КЛЕТОК" ***

СОДРУЖЕСТВО КЛЕТОК

Несколько популярных очерков по физиологии человека

АВТОР

Х. Г. Ф. СПЕРРЕЛЛ, Б.А. Оксон.



ЛОНДОН
БАЙЕР, ТИНДАЛЛ И КОКС,
ГЕНРИЕТТА-СТРИТ, 8, СТРЭНД,
1901

[Все права защищены]

МОЕМУ УВАЖАЕМОМУ ДРУГУ И НАСТАВНИКУ,
ГУСТАВУ МАННУ, доктору медицины И др.

ПРЕДИСЛОВИЕ

С самого начала моих студенческих лет, когда мои сверстники стали приставать ко мне со смущающими требованиями информации по всем медицинским вопросам, я постоянно поражался интересу, который ненаучная публика проявляет к работе своего тела и материальной основе своего разума. Именно это всеобщее проявление интереса среди моих друзей придавало мне смелости добавить еще одну книгу ко многим, уже посвященным этой теме. Употребляя слово 'ненаучный', я, конечно, не имею в виду никакого упрека. Я имею в виду просто обозначить тех людей, которые специализировались в какой-либо отрасли знаний, отличной от тех, которые в совокупности известны как естественные науки.

Обсуждая физиологию с такими людьми, я обычно обнаруживаю, что их больше интересуют общие принципы, чем детали, которые они часто находят отталкивающими, и что они формулируют свои вопросы ужасающе всеобъемлющим образом.

Поэтому моей целью на протяжении всей этой небольшой работы было представить фундаментальные принципы физиологии в краткой, последовательной и читабельной форме для тех, кто не утруждает себя изучением учебников. Уже сейчас нет недостатка в превосходных книгах, книгах, иллюстрированных тщательными рисунками, довольно ужасающими по своей точности, но почти все они предназначены для "студентов", и случайный читатель, обнаружив, что органы разделены для исчерпывающего лечения, не может сформировать представление о теле как органическом целом и упускает из виду те самые принципы, которые он ищет, в куче деталей, под которыми они похоронены.

Может вызвать некоторое удивление тот факт, что, хотя в своих попытках быть современным я местами превзошел учебники, я не цитирую авторитетные источники. Но минутное размышление покажет, что обременять текст описанием того, как формировались мои взгляды, противоречило бы самой цели подобного очерка, в то время как, с другой стороны, пионеры науки простят меня. Их статьи будут цитироваться в более продолжительных работах, а их имена будут почитаться еще долго после того, как эта маленькая книга будет забыта.

Г. Ф. С.

Оксфорд, март 1901 г..

Содержание

	СТРАНИЦА
Введение	ix
ЭССЕ I.	
Живая материя	1
ЭССЕ II.	
Химия тела	8
СОЧИНЕНИЕ III.	
Механика и физика тела	31
СОЧИНЕНИЕ IV.	
Нервная система	58
ЭССЕ Против	
Тела	94
Заключение	107
Указатель	113

Введение

Ненаучная общественность чрезвычайно склонна, и не совсем без оснований, брать медицину за отправную точку и выстраивать вокруг нее всю биологическую науку. Более того, поскольку она способна оценить интерес и полезность каждой отрасли этой науки с практической точки зрения и уделяет наибольшее внимание тому, что, по ее мнению, представляет наибольшую пользу для врача, я думаю, что серия популярных очерков по физиологии не могла бы начаться с большей пользы, по крайней мере для физиологии, чем с краткого обсуждения не того, с чем она имеет дело, поскольку это довольно широко известно, а того, как это связано с медициной. Далее, поскольку о враче легче говорить, чем о медицине, физиологом будет легче управлять для нашей непосредственной цели, чем абстрактной физиологией, поэтому мы посвятим первые несколько страниц вопросу о том, как его труды приносят пользу пациенту.

Все знают врача, и всем известно, что физиология имеет дело с "функциями различных органов тела"; но публика редко встречается с физиологом, за исключением причудливых карикатур на

его врагов, которые, хотя часто носят личный характер, редко бывают точными. Эти злобные наветы, если бы кто-нибудь прислушался к ним, вызвали бы сомнения относительно того, является ли физиолог хорошим компаньоном для врача, и не лучше ли им как можно меньше видаться друг с другом.

Однако врач не может и шагу ступить без физиолога. Его дело - устранять отклонение любого органа от возложенной на него задачи и устранять ущерб, нанесенный его отклонением от нормального пути. Этого он, возможно, не сможет сделать, если не будет знать, каковы нормальные состояния этого органа, и долг физиолога рассказать ему, каковы они. Следовательно, врач должен быть просвещенным физиологом, знать, как должно работать тело, и связывать болезни с их реальной причиной, такой как яды, образующиеся в результате вторжения бактерий или иным образом, или неправильного питания, то есть дефицита или избытка топлива для одного из многочисленных двигателей организма. Медицина по-прежнему в значительной степени является эмпирическим правилом. Мы не знаем, чем вызваны многие болезни или почему определенные средства облегчают их, если известно какое-либо средство; и пока эти вопросы не будут удовлетворительно разрешены, тщетно надеяться, что с болезнью в целом можно успешно бороться. Бесполезно знать, что купирует определенные неприятные симптомы, если мы не знаем, как устранить их истинную причину, и с этой целью изучается все тело и каждый отдельный составной орган, чтобы можно было точно понять процесс жизни; и человек, который делает это для своего друга врача, является *физиологом*.

У физиолога много врагов, разношерстное сборище чудаков, удерживаемых вместе такими благородными узами, как всеобщая ненависть к науке и предвзятое невежество, маскирующееся под скептицизм; но он может позволить себе не обращать на них внимания по той очень веской причине, что люди не могут обойтись без него. Только из-за этого они и упоминаются. Люди говорят: "Врач - это человек, которому требуются знания в области физиологии; это человек, который с наибольшей вероятностью успешно изучит ее" — предположительно на своих ошибках - "и не потратит на это больше времени, чем необходимо", - пункт, о котором они заботятся больше всего. Врач, однако, предпочитает доверять физиологу. Если бы он этого не делал, у него было бы очень мало времени заниматься чем-либо другим. С таким же успехом вы могли бы ожидать, что портной сам сшьет ткань, прежде чем шить пальто. Он, несомненно, сможет шить пальто лучше, если улучшить качество поставляемой ему ткани; но если для улучшения готового изделия он отложит ножницы и возьмется за ткачество пальцами, его бизнес наверняка пострадает.

То, что физиология - это вещь, которая может отнимать у человека всю энергию, я думаю, признает любой, кто осознает, насколько широк ее охват. Сам физиолог должен специализироваться, поскольку предмет слишком обширен, чтобы один человек мог охватить его целиком. Тело состоит из тех же элементов, что и весь остальной мир, и их расположение очень важно, поэтому он должен быть опытным химиком. Он состоит из твердых тел, жидкостей и газов, а диффузия, фильтрация, рычажное воздействие являются частыми процессами, и каждое движение сопровождается электрическим проявлением, так что механика и физика, должно быть, были частью его обучения. Он вряд ли сможет изучать органы, если не будет знать их форму, поэтому он должен немного знать анатомию. И, наконец, поскольку его дело — изучать жизнь и все сопутствующие ей явления, а основой жизни является клетка, он должен быть гистологом. Чтобы обладать всеми этими качествами, от одного человека требуется многое; но хотя он может специализироваться на продвижении определенной отрасли своей

науки, он должен быть *в курсе* всего остального, поскольку ни одна жизненно важная функция не зависит только от одного из перечисленных факторов. От него требуется тяжелая работа, хотя некоторые люди говорят, что он сделал очень мало. То, что он обнаружил, кратко, очень кратко изложено в последующих эссе, с одним-двумя намеками на узлы, которые он хотел бы распутать и пытается сейчас распутать.

СОДРУЖЕСТВО КЛЕТОК.

Несколько популярных очерков по физиологии человека.

ОЧЕРК I. ЖИВАЯ МАТЕРИЯ.

Физиология - это изучение жизни, и из всех других дисциплин физиолог хотел бы выяснить, что такое жизнь на самом деле. Если бы это было полностью известно, из этого, вероятно, можно было бы вывести все физиологические процессы, а болезнь, являющуюся вмешательством в тот или иной из них, можно было бы научно лечить. Пока что он не продвинулся дальше описания последствий жизни, и его выводы не ведут его дальше этого: жизнь - это свойство вещества, протоплазмы, а протоплазма может продолжать существовать только в форме клетки.

Некоторым людям это определение может показаться немного загадочным, а другим - очень шокирующим. 'Жизнь,' привыкли говорить многие люди, 'означает наличие души и является сверхъестественным явлением; а что касается того, что это вопрос химического состава, то это абсурд. То, что я состою из клеток, тоже не объясняет моего мышления'. Но когда люди догматизируют таким образом то, что они не рассматривали, они обычно оказываются в затруднительном положении. Они проходят так быстро: самый духовный из людей настолько зависит от материи и ее свойств, что его душа быстро покинет тело, если ему помешают дышать. И причина этого в том, что если он не может получать воздух, химический состав клеток, из которых состоит его тело, меняется; он больше не состоит из протоплазмы, следовательно, он больше не живет. Жизнь, чтобы она могла существовать в материальном мире, должна иметь материальную основу, и если ей мешают, она вымирает или покидает материальный план; в любом случае, физиолог перестает интересоваться ее как физиолога. Я не думаю, что кто-то должен быть шокирован тем, что это было признано.

Конечно, физиолог стремится создать протоплазму, но пока он не продвинулся дальше создания некоторых сложных тел, на которые распадается протоплазма при смерти. Некоторое время назад эта голая возможность громко высмеивалась, но за последние годы прогресс в органической химии был настолько велик, и в лаборатории было получено так много сложных веществ, которые когда-то казались такими же недоступными, как сама протоплазма, что

теперь у нас есть надежда на точное знание химии жизни когда-нибудь, хотя этот день может быть еще очень далек.

Рассказать о жизни - значит описать, насколько мы в состоянии, природу живой субстанции, протоплазмы; а поскольку протоплазма представляет собой 'структуру соединений', пара слов о химических соединениях может расчистить почву для обсуждения этого вопроса. Если бы вы взяли состав, скажем, кусок сахара, и начали дробить его, вы могли бы молотить молотком очень долго, и это все равно был бы сахар; но если бы крошечная фея с крошечным молотком и стамеской продолжала дробить зерна, в конечном итоге перед ним были бы молекулы сахара. Каждая молекула состояла бы точно из такого же количества атомов углерода, водорода и кислорода, и если бы он разделил ее еще больше, удалив один атом, это уже был бы не сахар. Он мог молотить по атомам так сильно, как ему хотелось, потому что они не способны к дальнейшему делению.

Существует семьдесят с лишним различных видов атомов. Когда молекулы вещества состоят только из одного вида, говорят, что они простые; когда из нескольких видов, сложные. Итак, разница между различными веществами, которые мы видим вокруг себя, заключается не только в том, из каких различных видов атомов состоят их молекулы, и в их количестве, но и в их расположении. Это расположение может быть в виде цепочек или колец, и относительное положение, которое различные атомы занимают в структуре молекулы, имеет решающее значение в мире.

Это различие в составе придает соединениям различие в свойствах; поэтому соединение должно состоять только из одинаковых молекул. Если вещество состоит из молекул различных видов, не соединенных химическими связями и, следовательно, способных смешиваться в любых пропорциях, оно называется не соединением, а смесью соединений.

Но точно так же, как атомы объединяются, образуя молекулы, так и молекулы меньшего размера иногда вступают в комбинации друг с другом, образуя новые соединения, имеющие более крупные и сложные молекулы. Говорят, что такое соединение состоит из радикалов, или групп атомов, и при разложении может быть распавено сначала на более простые соединения, которые впоследствии могут быть дополнительно разделены на составляющие их элементы.

Итак, из всех веществ протоплазма, по-видимому, состоит из наибольшего количества компонентов и располагает ими самым сложным из известных способов; хотя 'известный' на самом деле неподходящее слово для использования в этой связи. Причина, по которой мы не знаем, что такое жизнь, заключается в том, что мы не можем выяснить, каким образом сочетаются составляющие протоплазматическую структуру соединения. Как только мы пытаемся проанализировать протоплазму, она умирает; то есть она распадается на ряд более простых тел и изменяется без возможности восстановления.

Эти соединения, на которые распадается протоплазма при ее отмирании, сами по себе чрезвычайно сложны; но, хотя им было уделено много внимания, мы пока не можем сказать, как они соединяются, образуя живое вещество. Протоплазма - слишком изменчивое тело, чтобы считаться единым соединением, в то время как, с другой стороны, химические взаимосвязи ее компонентов должны быть слишком близкими, чтобы ее можно было назвать смесью. Таким

образом, его химическое положение уникально, и мы можем говорить о нем только как о веществе неизвестного состава.

Что же тогда делает протоплазму безошибочной и отличной от всех других веществ? Сложность ее структуры, в конце концов, всего лишь вопрос степени. Разницу нелегко определить, но примерно она сводится к следующему: протоплазма постоянно меняется, но всегда остается неизменной. Жизнь - это изменение молекул.

Если бы наше определение жизни казалось неясным, это звучало бы как парадокс; но, возможно, следующий факт поможет объяснить это: при определенных условиях некоторые из более простых соединений ведут себя несколько сходным образом. Например, есть один, который настолько жаждет до кислорода, что хватается его из всего, что с готовностью отдает его, и для этого вынужден отказаться от того, что уже есть в его молекуле, чтобы освободить место для того, что только что получено. Протоплазма всегда ведет себя подобным образом, пока она защищена от экстремальных температур и холода, а также от активных химических веществ, которые расщепляют ее молекулы с образованием новых соединений. Затем она умирает или перестает быть протоплазмой.

Но важность этого постоянного изменения заключается в том факте, что, постоянно разрушая свои собственные молекулы, протоплазма получает энергию для их восстановления из неживых соединений с высокой потенциальной энергией, для модификации окружающей среды и, фактически, для выполнения жизненной работы.

Выше было сказано, что протоплазма продолжала существовать только в форме клетки; следовательно, что такое клетка и зачем она нужна?

Мы видели, что протоплазма имеет очень сложную структуру и что ее нормальное состояние - это изменение. Поскольку это так, очевидно, что они не могут существовать большими массами, ибо, если бы это было так, изменения наверняка были бы неравномерными в разных частях из-за самой их сложности; и центр комка был бы либо истощен, либо отравлен продуктами своей собственной жизнедеятельности. Чтобы избежать этого, масса разделяется на огромное количество мелких единиц, каждая из которых целостна сама по себе, более или менее напрямую связана со своими соседями, и все они одинаково доступны для жидкостей, которые питают и очищают их.

Но есть другая, еще более важная причина для такого разделения. Протоплазма постоянно выделяет продукты разложения и нуждается в восстановлении своих отходов путем создания новых соединений. Сырье вокруг него требует обработки, прежде чем его можно будет использовать, а строительство внутри - дело сложное. Таким образом, в каждой клетке есть отдельное место, где протоплазма обладает особыми возможностями, и именно здесь осуществляется эта разработка. Это место называется ядром. Таким образом, будет видно, что формирование тела животного путем агрегации клеток является необходимым и остроумным способом избежать трудностей.

Однако утверждать, что тело животного состоит из клеток, значит брать совершенно неверную отправную точку. Клетка целостна сама по себе и может жить при правильном питании, даже будучи отделенной от своих соседей. Многие целые животные состоят только из одной клетки.

Более того, клетка способна расти и делиться, давая начало двум клеткам с двумя ядрами, и только потому, что клетки считают, что лучше не разделяться, а формировать массы и специализироваться на различных видах работы, у нас есть крупные животные, состоящие из миллионов клеток, подобных нам.

Учитывая наличие клетки, необходимо поддерживать эту клетку в благоприятных условиях. В противном случае нестабильная протоплазма распадается. В нем должны быть элементы, необходимые для поддержания цикла изменений в надлежащей форме, которую мы теперь можем назвать пищей, и многим клеткам приходится искать это необходимое. Она должна держаться подальше от вредных воздействий и участвовать в гонке с другими клетками в поисках мест, благоприятных для ее роста и размножения; фактически, клетка должна работать.

То, что клетка может, только благодаря своему химическому средству, передвигаться, ища благоприятные условия, проявляя разборчивость и выполняя работу, кажется непостижимым. Во-первых, как он может двигаться? Есть только один способ: он должен произвести перераспределение своего вещества и добиться того, чтобы те части клетки, чья деятельность направлена на достижение этой цели, были расположены так, чтобы производить определенные изменения в ее форме в соответствии с причиной, которая их вызывает. О том, как движутся разные клетки, мы расскажем гораздо больше позже.

Почему протоплазму следует побуждать двигаться, все еще требует объяснения. Тем не менее, разрыв между протоплазмой и другими веществами на самом деле не так уж велик. Тепло и магнетизм вызывают движение в неживой материи, и реакция протоплазмы, примером которой являются некоторые из мельчайших одноклеточных животных, почти такая же механическая. Некоторые виды, плавающие в воде, перемещаются к положительному полюсу гальванической батареи, другие - к отрицательному, если провода опустить в сосуд, содержащий их. Одни движутся к свету, другие - от него с неизменной регулярностью. Температура и химические вещества также оказывают определенное воздействие на эти микроорганизмы. И все эти движения совершенно произвольны, абсолютно неизменны и, по сути, являются реакциями, вызванными постоянными причинами.

Тем не менее, будет видно, что протоплазма может продолжать существовать только в форме клетки, поскольку, если она не организована таким образом, она не может ни сохранять себя в благоприятном окружении, ни готовить свежие ингредиенты для восполнения своих отходов. Если клетку разрезать на несколько частей, эти отделенные кусочки протоплазмы будут жить какое-то время; но смерть настигает их, как только они израсходуют свой резервный материал. Когда этого не остается, им приходится потреблять свое собственное вещество, и этот процесс быстро оказывается фатальным. Если фрагмент содержит отрезанную вместе с ним небольшую часть ядра, он проживет немного дольше; но только тот фрагмент, который содержит ядро более или менее неповрежденным — другими словами, клетка, какой бы поврежденной она ни была, — может выжить и восстановиться после такого увечья.

Специализация протоплазмы для формирования клетки, пожалуй, является ее самой замечательной особенностью. Протоплазма не только дифференцируется, образуя различные структуры, но и расходует энергию, выделяющуюся в процессе ее непрерывного изменения, на различные цели. Протоплазма двигательных органов клетки полностью расходует себя на производство физических движений, необходимых для приближения к пище и ее захвата. Когда он попадает в клетку, протоплазма другой разновидности очищает и растворяет его, а затем

передает ядру. Протоплазме ядра, опять же, предстоит выполнять другую работу. Он тратит свою энергию на химические изменения в исходном материале и преобразование его в новые соединения, которые могут усваиваться различными частями клетки. Часть из них он сохраняет для своих собственных нужд; остальное он распределяет по двигательным и другим органам, чтобы восстанавливать отходы жизнедеятельности и снабжать их энергией для получения большего количества пищи.

Таким образом, различные разновидности протоплазмы, из которых состоит клетка, удовлетворяют потребности друг друга и позволяют друг другу жить; и таким образом цикл химических изменений формирует фундамент, на котором покоится вся ткань жизни. Но вдаваться в подробности мы пока не можем, поскольку наши исследования материальной основы жизни еще не вывели нас за рамки этих общих выводов.

В настоящее время мы не знаем ничего определенного о первопричинах возникновения жизни, и, хотя у нас есть надежды, возможно, мы никогда этого не узнаем. Тем временем мы наблюдаем, анализируем и классифицируем явления, в которых проявляется жизнь, в надежде, что, наконец, свет прольется на наши исследования, и мы сможем если не синтезировать протоплазму в пробирке, то, по крайней мере, продемонстрировать ее работу в уравнениях.

Тем временем наши фактические знания о живой материи все еще можно сжать в слова, которыми профессор Хаксли подытожил их много лет назад:

‘ Углерод, водород, кислород и азот - все это безжизненные тела. Из них углерод и кислород соединяются в определенных пропорциях и при определенных условиях, образуя углекислоту; водород и кислород дают воду; азот и водород дают начало аммиаку. Эти новые соединения, как и элементарные тела, из которых они состоят, безжизненны. Но когда они собираются вместе при определенных условиях, они дают начало еще более сложному телу, протоплазме, и эта протоплазма проявляет явления жизни”.

Пока мы не получим дополнительных знаний об изменениях, составляющих эти явления, физиология должна оставаться описательной, а не объясняющей.

ЭССЕ II. ХИМИЯ ТЕЛА.

Я.

Клетка обычно очень маленькая — фактически, абсолютно невидимая без микроскопа, хотя в некоторых случаях она имеет приличные размеры. Весь желток яйца представляет собой единую клетку до тех пор, пока его крошечное ядро, пятнышко с одной стороны, не начнет делиться и их не станет несколько. К тому времени, когда цыпленок готов к вылуплению, их уже миллионы.

Однако обычно клетка невелика — протоплазмы ровно столько, сколько может вместить ее еще более крошечное ядро; хотя здесь, опять же, следует соблюдать осторожность, поскольку ядер

может быть не одно, а несколько. Протоплазма на внешней поверхности и вокруг ядра специализирована в более или менее определенную мембрану. К этой внешней оболочке прикреплены тонкие фибриллы, которые соединяются в маленькое тело внутри клетки, называемое центросомой, и за счет их удлинения и укорачивания может быть изменена ее форма. Содержимое представляет собой жидкость; поэтому, если содержащая мембрана разрыхлена в любом направлении, они имеют тенденцию выпячиваться и образовывать нарост, и таким образом клетка получает возможность выбрасывать конечности и окружать частицы пищи, а также, расслабляя фибриллы в одном направлении и сокращая их в других, ползти туда, куда направляют ее химические, термические или физические свойства. (Смотрите диаграмму 1.)

Не особенно вдохновляет вид жизни в ее простейшей форме, но когда несколько миллионов таких клеток объединяются вместе и образуют одно тело, разделяя работу между ними, результатом становится нечто грандиозное. Существуют животные, устроенные таким образом, некоторые из клеток которых развили свои пищеварительные способности до такой степени, что почти утратили все остальные. Они тщательно охраняются внутри тела. Другие клетки того же животного, получая пищу в жидкой форме от этих специалистов по пищеварению, выделяют вокруг себя известь до тех пор, пока не образуется скелет. К рычагам этого скелета прикреплены пучки и нити клеток, которые, если они не могут делать ничего другого, могут удлинять и укорачивать его и заставлять двигаться. И все же, опять же, существуют клетки, которые обладают специальными средствами для приема, взвешивания и передачи химических и физических сигналов. Эти клетки, опять же, находятся в защищенном уголке внутренних органов, но они посылают тонкие нити друг к другу и ко всем частям тела и контролируют все в целом.

Животное, у которого эта прекрасная система разделения труда доведена до величайшего совершенства, обладает многими и разнообразными способностями. В некоторых случаях он может даже применить к особям своего вида принципы собственной клеточной экономики и таким образом добиться не только создания стихов и шуток, но и строительства Вестминстерского аббатства, изготовления пулеметов "Максим" и навязывания своих экономических изысков своим менее высокоспециализированным соседям.

Теперь мы наметили общее представление о жизни. Мы увидели, что в основе ее лежит химическая структура, которая, чтобы сохранять свою идентичность, должна постоянно меняться. Мы видели, что для этого он должен продолжать расщеплять свою субстанцию и выделять продукты, а также захватывать посторонние материалы и накапливать их не только для восполнения потерь, но и для того, чтобы расти; и что для этого он должен быть более или менее модифицирован по частям, чтобы основная масса могла быть доставлена в пределах досягаемости для его пищи, а затем иметь возможность преобразовывать ее в наиболее полезную форму. И, наконец, мы видели, что точно так же, как несколько специализированных форм плазмы вместе составляют клетку, так и несколько видов клеток, каждая с какой-то преувеличенной особенностью, объединяются и, удовлетворяя потребности друг друга, составляют тело.

Набросав теперь в общих чертах схему, по которой работает такой орган, мы можем перейти к более детальному изучению разделения труда и того, каким образом каждое подразделение

снабжает другие подразделения и зависит от них. Если бы мы занялись этим досконально, это заняло бы много времени и места, поскольку физиология картофельного растения, хотя и является по существу той же самой, имеет много отличий от физиологии лошади; но физиология, представляющая большой интерес для человека, - это также физиология самого сложного животного, а именно человека, поэтому именно на нем мы сосредоточим наше внимание.

Протоплазму тем легче изучать, чем более специализированным является животное, из которого она состоит. Когда все события жизни происходят в крупинке материи, невидимой без микроскопа, невозможно проанализировать изменения, которые она производит в своем окружении, или сделать вывод о тех, которые происходят в ней самой. Но когда большое количество клеток исследуется коллективно, мы можем иметь дело с тем, что они поглощают и что выделяют в достаточном объеме, чтобы прийти к довольно точному определению. Изучение еще более облегчается на животных с чрезвычайно специализированными органами, таких как человек, у которых пища почти вся всасывается ртом и, таким образом, сохраняется совершенно отдельно от того, что выводится; последнее, опять же, поскольку в основном выделяется почками, сохраняется столь же отдельно. Более того, промежуточные изменения, происходящие в различных органах, еще больше упрощают исследование процесса жизнедеятельности, поскольку физические эффекты также легче изучаются, когда они преувеличены в определенной части животного. Электрические изменения в отдельной клетке могли бы долго оставаться незамеченными, если бы мы не могли наблюдать их в мышце с помощью гальванометра.

Итак, хотя клетки, составляющие тело человека, очень сильно различаются из-за различных задач, которые им приходится выполнять при добывании пищи и избавлении от отходов, всем им требуется практически одинаковое топливо, позволяющее им жить, и, получив его, все они обращаются с ним практически одинаково; поэтому наша первая задача - рассмотреть, чего хочет организм и что он с этим делает. После этого мы можем попытаться выяснить, как он это получает и где.

Первым и наиболее необходимым условием существования протоплазмы является вода. Следующим, вероятно, является азот, соединения которого, по-видимому, образуют каркас структуры протоплазмы. Следующим, вероятно, является углерод, а следующим свободный кислород. Два последних упомянутых соединения приводят к выделению энергии. Это происходит в колосниковой решетке при сгорании угля, в результате чего выделяется тепло. В тканях тела результатом может быть тепло, рост или движение, и все три фактора присутствуют в феномене мышечной активности. Наконец, существуют минеральные соли, наиболее важной из которых является хлорид натрия, который присутствует на столе при каждом цивилизованном приеме пищи.

Но хотя эти элементы приведены здесь по порядку, их важность действительно одинакова, поскольку все они необходимы. Это примерно все, что разумно здесь сказать. Химический состав живых клеток — их анаболизм, или то, как свежий материал встраивается в их структуру; их катаболизм, или то, как та же структура разрушается для выполнения работы; фактически, общий метаболизм — настолько сложен, и пока еще так мало изучен, и требует для изучения таких обширных химических знаний, что людям, которые не хотят углубляться в это, лучше

оставить его в покое. В лучшем случае такая дискуссия сводится к изложению теорий различных наблюдателей с указанием причин, по которым они их придерживаются, — причин, основанных на трудоемких и технических исследованиях. Можно было бы написать страницы о различных теориях, подкрепленных еще большим количеством страниц химических формул, чтобы показать, почему эта точка зрения заслуживает глубокого рассмотрения, в то время как эта, несмотря на упорство, с которым ее отстаивают, абсурдна; но хотя такие дискуссии подводят человека ближе всего к тайне жизни, широкая публика вполне естественно склонна клеймить эту сторону физиологии как сухую. Это вопрос, который интересует экспертов, а не случайного читателя.

Совсем другое дело - вопрос питания. Это дело каждого, о чем свидетельствует количество модных обществ и откровенно рекламируемых "продуктов питания". И хотя приготовление пищи в организме до такой степени, что она сливается с живой материей и теряется из виду, — одним словом, "переваривание" — это опять-таки вопрос химии, к нему можно подходить без такого исчерпывающего знания этой науки, какого требовали бы предыдущие рассуждения. Более того, судя по тому, как она обсуждается, это тема, представляющая всеобщий интерес.

Случайный взгляд на животный мир покажет, что диета - это обширная тема. Голубь съест горошек; тигр не будет знать, что делать с горошком, если он ему попадет; в то время как обезьяна съест почти все, что попадет ей под руку. Растение уводит нас еще дальше, поскольку оно может использовать атомы веществ с чрезвычайно простой молекулой — например, углекислого газа.

Наша задача, однако, упрощается тем, что мы рассматриваем только человека; и хотя большинство высших животных настолько похожи друг на друга, что их можно рассматривать в целом и противопоставлять в деталях, было бы здорово избавиться от всего растительного царства с бактериями и животными-паразитами.

Одним из первых необходимых условий для поддержания жизни, как упоминалось выше, является азот. Азот - один из самых распространенных элементов в мире, но доставлять его в организм труднее всего. Четыре пятых воздуха состоит из чистого азота, но чистый азот бесполезен в качестве пищи. Мы втягиваем его в свои легкие при каждом вдохе, и от этого нам не становится лучше, потому что мы выдыхаем его снова в неизмененном виде; и если бы он полностью отсутствовал в воздухе, нам было бы не так уж и плохо. Древний моряк восклицал: 'Вода, повсюду вода, и ни капли для питья'; умирающий от голода человек мог бы воскликнуть: 'Азот, повсюду азот, и ни атома для усвоения'.

Животные должны получать свой азот в форме протеида, вещества, молекула которого состоит из азота, кислорода, водорода, углерода и т.д., и его можно грубо описать как мертвую протоплазму. Растения, которыми питаются животные, когда они не получают свой протеид более простым, хотя и менее моральным способом поедания друг друга, способны получать азот в более простой форме; но это нас не касается.

Протеиды представляют собой группу веществ, которые напоминают протоплазму по элементам, из которых они состоят, и по сложности, с которой они сочетаются. Однако различные протеиды, по-видимому, имеют определенный химический состав и, следовательно, отличаются от протоплазмы тем, что являются настоящими соединениями; более того, если их хранить вдали от бактерий, они не претерпевают никаких изменений. Одной из лучших форм

протеида для исследования является яичный белок; он, как известно, застывает или свертывается при варке, растворяется в воде, из которой может выпадать в осадок при кипячении, и проявляет различные другие химические свойства, общие для всех протеидов. Однако существует большая разница между несколькими разновидностями протеидов, и более сложные из них должны быть преобразованы в более простые, прежде чем они смогут быть усвоены. Отсюда необходимость в переваривании пищи.

Теперь, поскольку протеид напоминает мертвую протоплазму, можно было бы предположить, что диета, состоящая только из протеидов, была бы наиболее экономичной; но это не так. Если бы было возможно жить без работы, *то есть* без какого-либо движения, это было бы возможно; но для выполнения работы должно окисляться больше углерода, чем содержится в молекуле протеида.

Углерод, следующий пункт в нашем списке, знаком каждому в сравнительно чистой форме древесного угля и 'грифеля' карандашей. Обычно он используется для сжигания — *т.е.* окисления — этого тепла, которое может быть получено для кипячения воды и работы механизмов. Это именно то, что требуется делать организму, когда он сгорает за счет кислорода, поступающего в легкие, в результате чего могут образоваться тепло и энергия. Общеизвестно, что тяжелые физические нагрузки вызывают затрудненное дыхание, и причина этого заключается в том, что углерод в организме окисляется, и от продукта, углекислого газа, необходимо избавляться. Чем больше выполняется работы, тем больше кислорода требуется для сжигания углерода в мышцах. Чем больше сгорает углерода, тем больше выделяется тепла, и тем более необходимо охлаждение крови путем втягивания холодного воздуха в легкие. Отсюда более учащенное дыхание. Обычно выдыхаемый воздух всегда теплее, чем вдыхаемый, и всегда содержит дополнительное количество углекислого газа. После тренировки количество увеличивается, и его увеличение по сравнению с нормальным количеством выделяемого воздуха можно легко продемонстрировать, проанализировав пробы вдыхаемого и выдыхаемого воздуха.

Но углерод, как и азот, нельзя принимать в сыром виде. Никто не стал бы пытаться приготовить еду из древесного угля. В молекуле протеида содержится определенное количество, достаточное, без сомнения, для обеспечения основы структуры протоплазмы; но если человек не готов употреблять в пищу чрезмерное количество протеида, что приводит к расточительству и истощению пищеварительного аппарата, баланс должен быть восполнен употреблением углеводов.

Формы, в которых люди больше всего знакомы с углеводами, - это крахмал и сахар. Сахар - лучшая пища, поскольку он намного более растворим, чем крахмал; и, на самом деле, крахмал всегда превращается в разновидность сахара, прежде чем он будет использован организмом. Обычный тростниковый сахар, который всем так хорошо известен, является едва ли не самым полезным продуктом питания, который у нас есть, благодаря своей чистоте, а следовательно, концентрации и простоте. Необходимо очень небольшое количество переваривания, чтобы преобразовать его в простейший из всех углеводов, вещество, которое легко накапливается в виде гликогена до тех пор, пока не станет необходимым, которое присутствует в мышцах после еды и расходуется, когда мышцы активны, окисляясь до углекислого газа, сарколактической кислоты и алкоголя.

Таким образом, важность углеводов в рационе очевидна; и людям, которые намерены выполнять дополнительную мышечную работу, следует употреблять больше сладкой пищи, а не белковой. Локомотив, который вот-вот совершит рекордный пробег, потребляет больше угля, а не машинистов, и наши спортсмены сейчас следуют тому же принципу. Однако сейчас нам будет что еще сказать о спортсменах.

Есть еще один момент, который следует учитывать в отношении углерода. Углерод необязательно принимать в виде углеводов, альтернативой могут быть жиры и масла. Жиры и углеводы состоят из элементов углерода, водорода и кислорода, но пропорции, в которых они соединяются, различны. Жиры не такие полезные продукты, как углеводы, и большинству людей они не так приятны — сравните ложку оливкового масла и кусок сахара. Но есть один важный момент, который следует подчеркнуть в их пользу: они выделяют в два раза больше тепла, чем белки или углеводы; таким образом, их положение среди пищевых продуктов обеспечено.

О других химических потребностях организма нам нужно только упомянуть здесь. Водород является одним из компонентов белков, углеводов, жиров и воды; и если он не поступает в последней форме, он - во всяком случае, большая его часть — выходит как таковой, окисляясь в тканях. Сера и железо заслуживают почетного упоминания; обычная соль необходима крови; известь и фосфаты идут на формирование костей; но какими бы важными они ни были, в настоящее время они не должны нас больше задерживать.

Что касается количества этих элементов, которое требуется в день и которое определяется путем сбора и взвешивания всего, что выделяется, то установлено, что среднему человеку необходимо около $\frac{1}{2}$ унции азота и 10 унций углерода — *т.е.*, весом около 10 стоунов. $\frac{1}{2}$ унции азота и около 2 унций углерода содержатся в 4 унциях сухого протеида, что оставляет остаток в 8 унций углерода, который необходимо восполнить; и это обычно получается при употреблении в пищу 4 унций жира и 18 унций углеводов.

Грубо говоря, эти принципы содержатся в $\frac{3}{4}$ фунте обычного мясного фарша и 2 фунтах хлеба; но было бы неплохо пока отложить рассмотрение диеты, пока мы не изучим аппарат, с помощью которого организм извлекает то, что ему нужно, из сырья, и какие из них оказывают ему наименьшее сопротивление.

II.

Способ, которым протоплазма получает необходимые для роста химические вещества, несомненно, заключается в их простом поглощении. Некоторые из низших бесструктурных форм доводят это до абсурдной крайности, ибо когда встречаются две особи, они сливаются, и каждая, без сомнения, утверждает, что съела другую. Поскольку, более того, первое, что делает клетка при росте, - это делится, весь этот процесс выглядит довольно бесполезным. Но готовая протоплазма ассимилируемой формы встречается редко, и нечасто клетка, если только это не растение или паразит, оказывается в веществе, которое может быть передано непосредственно ядру без дальнейшей переработки. Обычно клетка должна выделять из себя реагент, который придаст нужные химические свойства веществу, которое она хочет поглотить. Это вещество известно как фермент, или закваска. Ферменты, однако, являются расходом для клетки, требующим определенных усилий для их производства; поэтому, чтобы их можно было сэкономить, их в высших формах поливают пищей, пока она находится в закрытой полости, или

желудке. Упростейших животных, состоящих из одной клетки, протоплазма просто обтекает частицу пищи, и она 'проглатывается' вместе с каплей воды. В эту 'пищевую вакуоль' выделяются ферменты, и когда все полезное растворено и поглощено, пузырек выходит на поверхность и лопаается; или, другими словами, клетка продолжает свой путь, а вакуоль со всеми оболочками или отходами, которые она может содержать, остается позади. (Смотрите диаграмму 1.) В других ячейках, которые имеют постоянную форму, есть отверстие, ведущее во внутреннюю часть ячейки. Вокруг него расположены небольшие выступающие нити, по которым регулярно стекает вода. В некоторых положениях эти нити позволяют клетке плавать, но здесь их обязанность состоит в том, чтобы вызывать ток и вымывать частицы пищи по примитивному горлу внутрь, где, как и в предыдущем случае, они заключаются в вакуоли. (Смотрите диаграмму 2.)

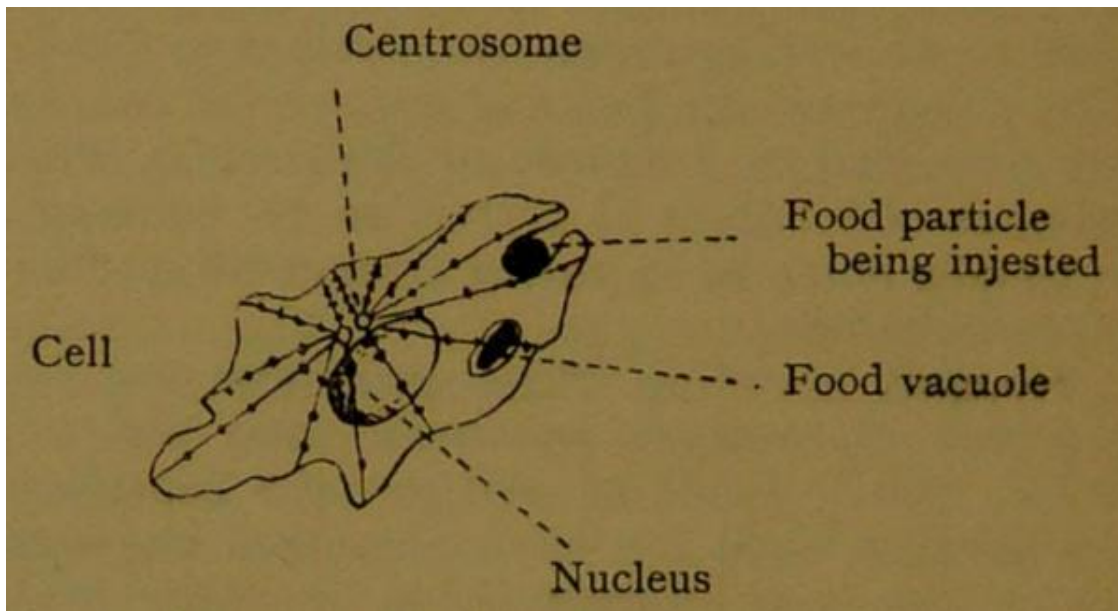


Диаграмма 1.—Амба.

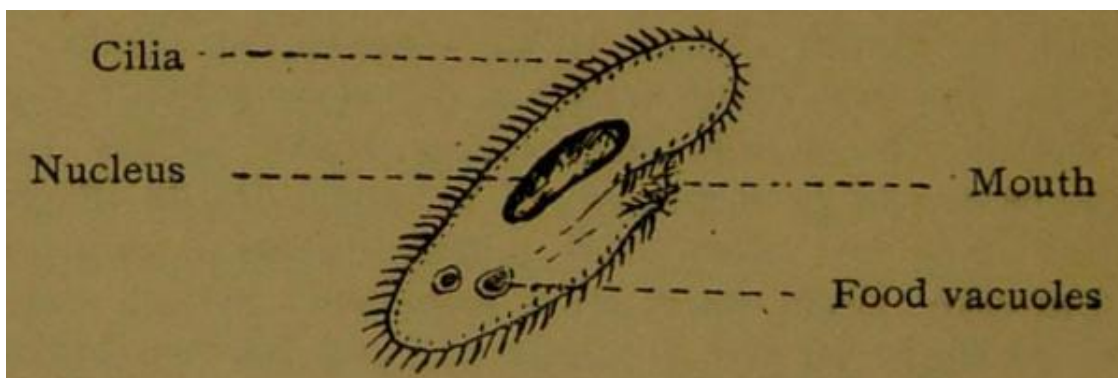


Диаграмма 2.Парамикум.

Поднимаясь на ступень выше, мы находим животных, состоящих из нескольких клеток. Вполне естественно предположить, что некоторые из них обладают большей способностью к образованию ферментов, чем другие.

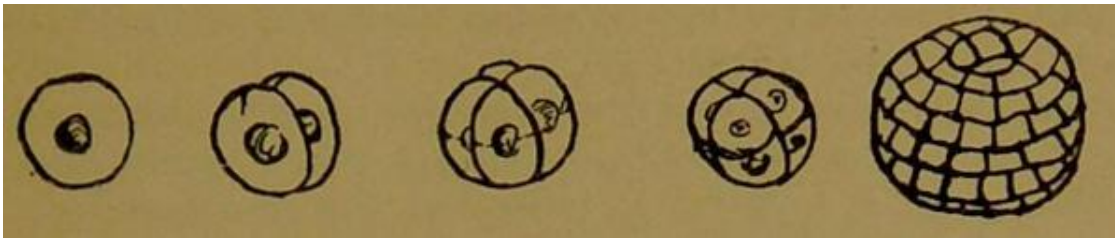


Диаграмма 3. Развитие эмбриона: первая стадия.

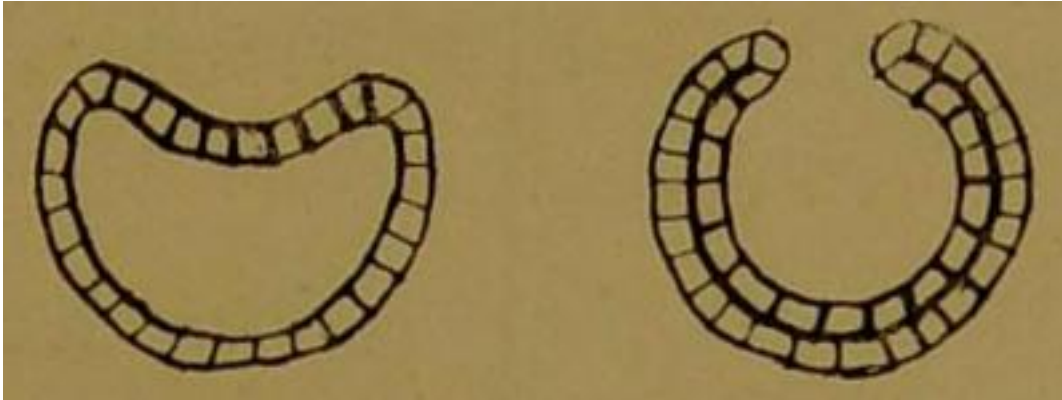


Диаграмма 4. Формирование пищеварительной полости.

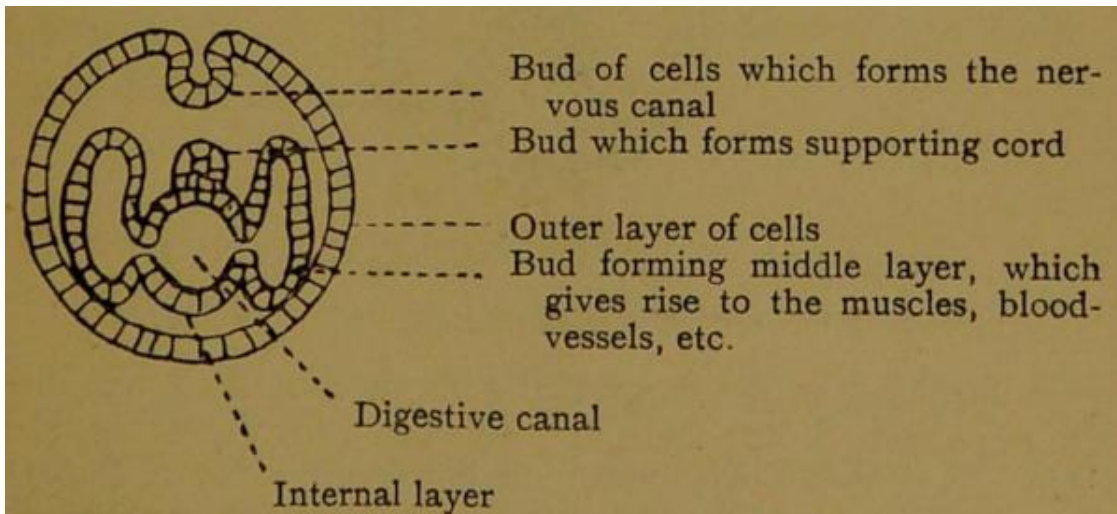


Диаграмма 5. Поперечный разрез развивающегося эмбриона.

Шаг выше по шкале животных или дальнейший прогресс в развитии схематичного эмбриона (изображенного на [диаграммах 3-6](#)), и мы обнаруживаем, что эти особые пищеварительные клетки теряют свои более прочные качества и занимают положение, защищенное клетками, которые специализировались в другом направлении. Это показано на [диаграмме 4](#), где в разрезе представлен полый шар из клеток, образовавшийся в результате повторного деления одной клетки. Одна сторона шара вдавливается внутрь, и теперь зверь состоит из двух слоев клеток, внешнего защитного и внутреннего переваривающего (Гидра и актиния). Вскоре, однако, оказывается более удобным иметь трубку для переваривания пищи, поскольку тогда различные вещества могут перевариваться и всасываться в разных частях тела; и отходы,

которые животное не может использовать, не нужно возвращать обратно в рот, чтобы от них избавиться.

Это, однако, требует ряда других изменений в строении животного, которые в общих чертах показаны на [диаграммах 5 и 6](#). В наши задачи здесь не входит обсуждение развития животных; но на рисунки стоит взглянуть, поскольку они показывают не только то, как определенные клетки отделены друг от друга для переваривания пищи, но и то, что большое тело на самом деле состоит только из массы протоплазмы, состоящей из родственных клеток общего происхождения.

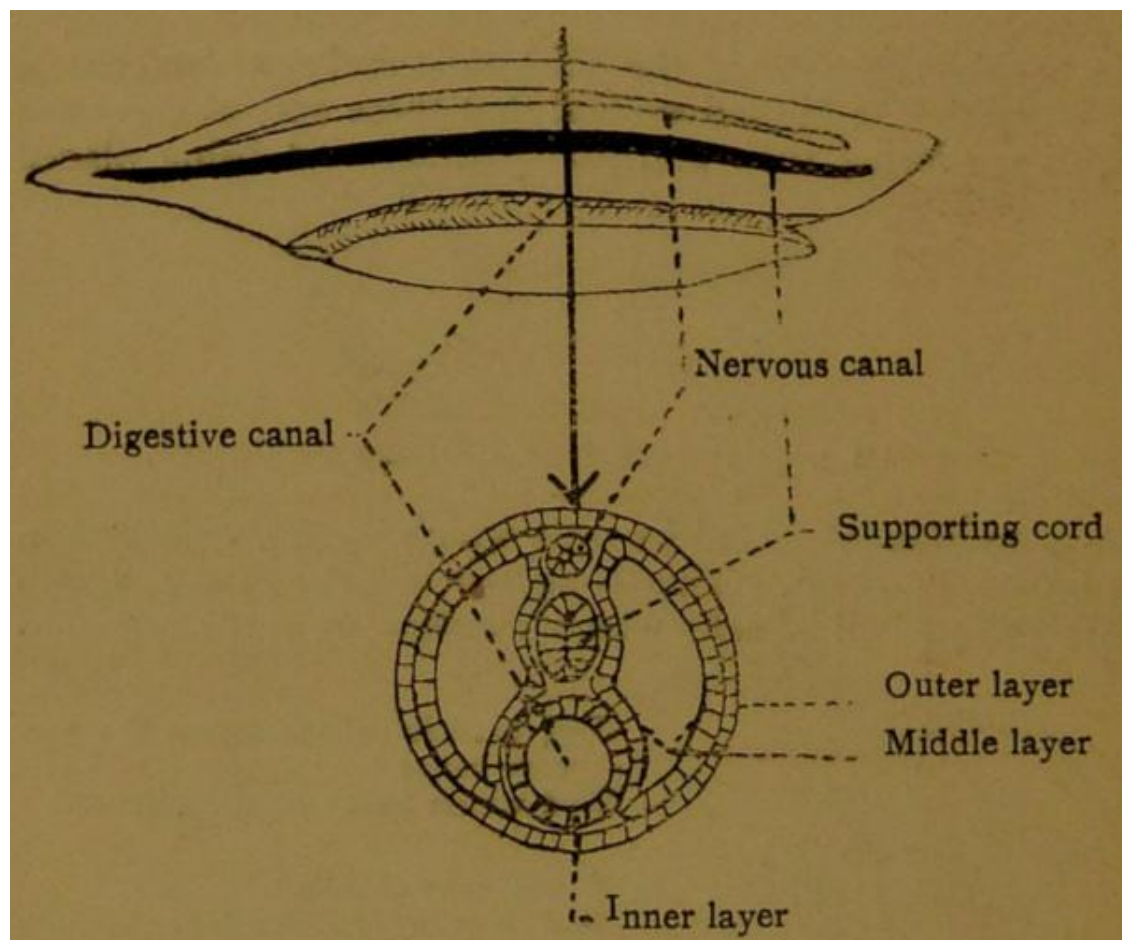


Диаграмма 6.—Показано развитие эмбриона.

Теперь, по очевидным причинам, чем длиннее, в определенных пределах, эта трубка, тем лучше. В нем приходится воздействовать на всевозможные пищевые продукты, и некоторые из них оказывают значительное сопротивление перевариванию; и чем дальше им приходится перемещаться в пробирке, тем больше шансов на успешное лечение. Кроме того, разные детали выполняют разные функции, и чем длиннее трубка — опять же в необходимых пределах, — тем больше возможностей для разделения труда и, как следствие, экономии. Сравнительная длина пищеварительного канала неодинакова у всех животных в любом случае. У плотоядных животных, таких как кошка, чья пища мягкая и легко переваривается, пищеварительный канал довольно короткий. У травоядных, таких как овцы, чья пища трудно переваривается и смешана с большим количеством шелухи, которая совершенно неперевариваема, она сравнительно очень

длинная. У человека, который всеяден, но ест меньше и более разумно выбирает пищу, чем любой из вышеперечисленных классов, она средней длины. Но во всех случаях среди высших животных предпринимаются попытки избежать необходимости увеличения длины животного путем скручивания трубки внутри тела. Прилагаемая диаграмма (7) иллюстрирует этот принцип. На ней схематично показано животное, пищеварительный канал которого намного длиннее его самого.

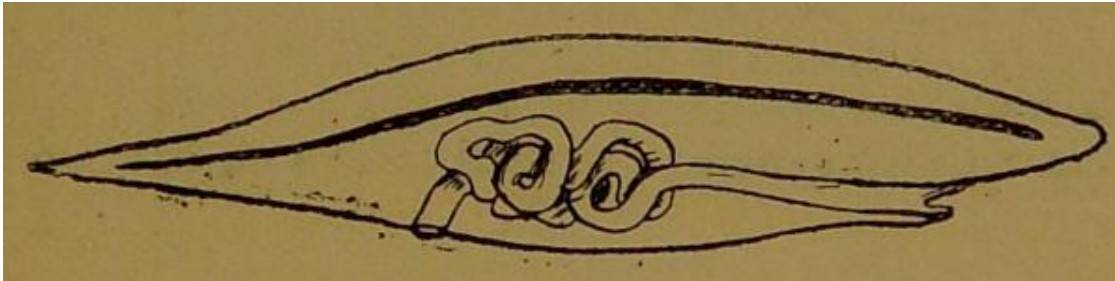


Диаграмма 7. — Показано, как удлиняется пищеварительный канал.

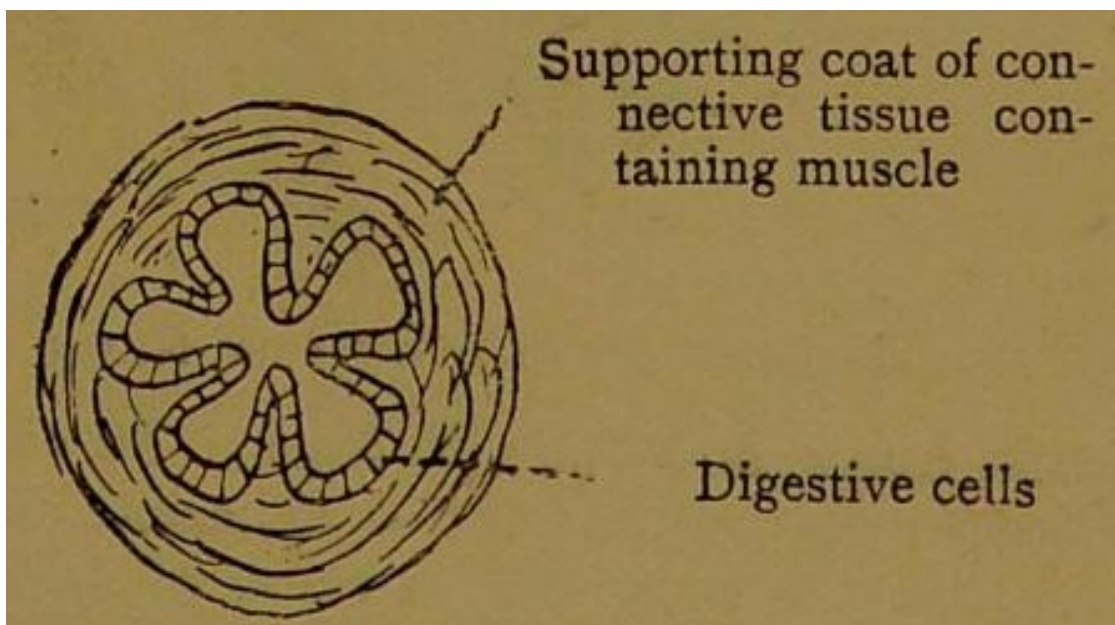


Диаграмма 8. Поперечное сечение пищеварительной трубки.

Пищеварительный канал выполняет, однако, другую функцию. Входящие в его состав клетки должны не только выделять соки для преобразования пищи в пригодную для употребления форму; затем они должны ее поглощать. Чем ближе частица пищи находится к стенке клеток, тем быстрее эти соки достигают ее и тем меньше шансов, что полезный материал будет унесен и потерян. Ввиду этого факта, вдоль определенных трактов пищеварительный канал загибается внутрь, и имеются выступы, которые увеличивают количество выделяемых клеток и их возможности всасывания. ([Смотрите диаграмму 8.](#))

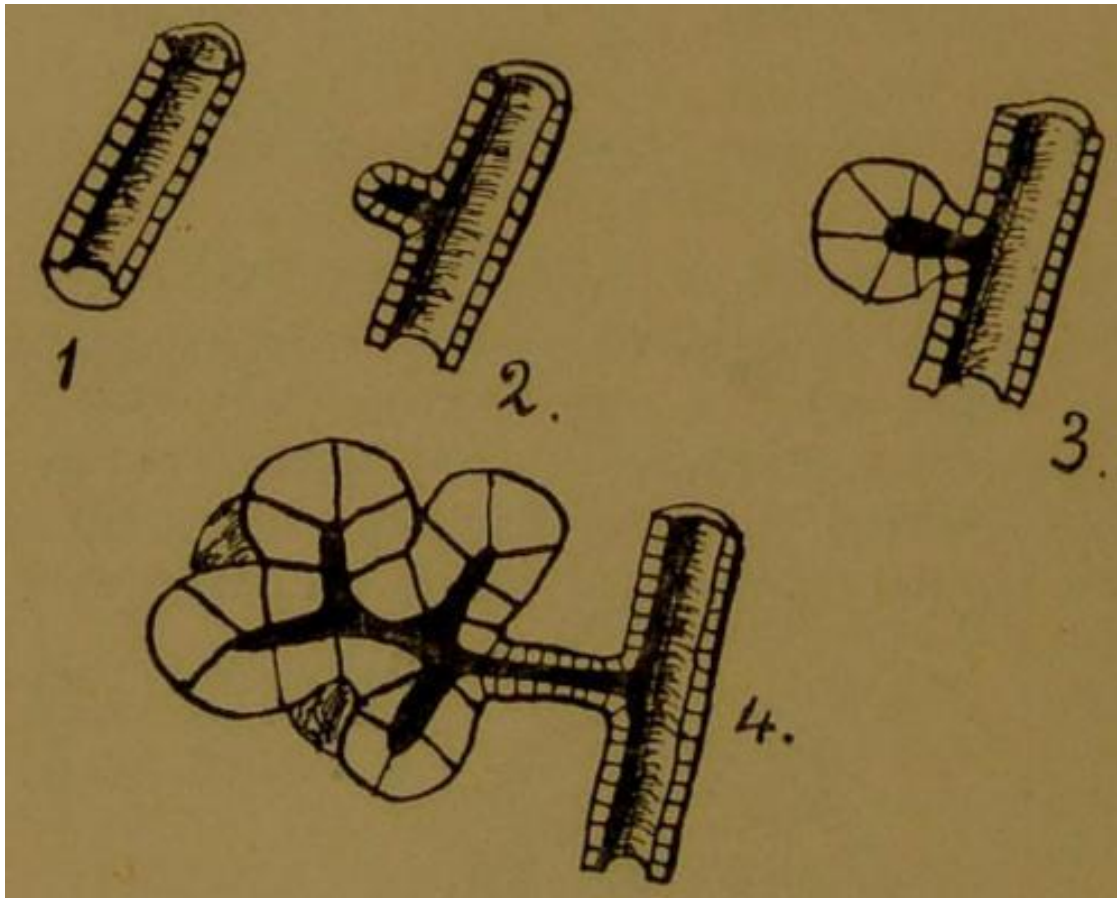


Диаграмма 9. — Показано, как возникают железы.

Здесь снова мы имеем иллюстрацию постоянно повторяющейся потребности с устройством для ее удовлетворения — увеличение поверхности без увеличения объема. Мы встречались с этим раньше в клеточной системе; мы встретимся с этим снова, по крайней мере, в железах, легких и мозге. Важность устройства для достижения этой цели становится очевидной, если вспомнить, какова сравнительная ценность поверхности и объема для животного, и что, в то время как поверхность увеличивается на квадрат, объем увеличивается на куб.

Этот принцип доведен до крайности вместе с родственным ему принципом разделения труда в железах. Их цель состоит в том, чтобы увеличить количество секретирующих клеток и, поскольку они нежные, защитить их от контакта с крупными частицами пищи. И для того, чтобы ничто не могло помешать их эффективности, они освобождены от обязанности поглощать. Следовательно, трубки растут из полости пищеварительного канала, выстланной такими же клетками, но, поскольку пища никогда не поступает внутрь, клетки, выстилающие их, полностью посвящают себя выделению пищеварительных соков. Железы значительно различаются по структуре и жидкостям, которые они выделяют. Некоторые из них очень маленькие; некоторые, как печень, очень большие. У некоторых трубка очень короткая, у некоторых длинная, свернутая и разветвленная, а иногда железа соединена с поверхностью более или менее протоком. Некоторые железы выделяют только один фермент, некоторые — несколько. Однако в каждом случае действует принцип, показанный на [диаграмме 9](#), независимо от того, как его структура маскируется кровеносными сосудами и поддерживающими клетками или соединительной тканью, которые его окружают.

После приема пищи, или, скорее, когда процесс переваривания пищи завершен и животное начинает думать о следующей, клетки железы начинают вырабатывать свой фермент. В ядре наблюдается большая активность, и гранулы вытекают из него в просвет железы почти таким же образом, если взять простой пример, когда пузырьки в каком-нибудь шипучем напитке образуются на дне бокала и поднимаются, пока поверхность не покроется пеной. В нужный момент эти гранулы высвобождаются подобно тому, как пузырьки на поверхности жидкости лопаются при легком толчке. Обычно это не фермент, а его предшественник, вещество, которое превращается в фермент только тогда, когда оно выходит за пределы клеток. Образующиеся ферменты представляют собой очень своеобразные вещества, о которых мы хотели бы, чтобы химик рассказал нам подробнее, хотя в последнее время в наших знаниях о них были достигнуты большие успехи.

Среди других особенностей можно упомянуть то, что, хотя они могут храниться бесконечно долго, если их разлить по бутылкам, они легко разрушаются при слишком высокой температуре или в слишком кислой или щелочной среде, что их состав совершенно неизвестен и, что самое странное, они не расходятся. Данное количество сычужного фермента закупорит любое количество молока в разумных пределах и при этом останется сычужным ферментом. Священнослужитель был процитирован в качестве иллюстрации действия закваски, и он делает хорошую иллюстрацию. Он может превратить любое количество подходящих мужчин и женщин в супружеские пары, и все же его собственное состояние остается неизменным.

III.

У человека процесс пищеварения можно разделить на три стадии. Они располагаются постепенно, так что каждый освобождает путь для следующего, и проходят во рту, желудке и верхней части тонкой кишки, остальная часть канала в основном занята всасыванием.

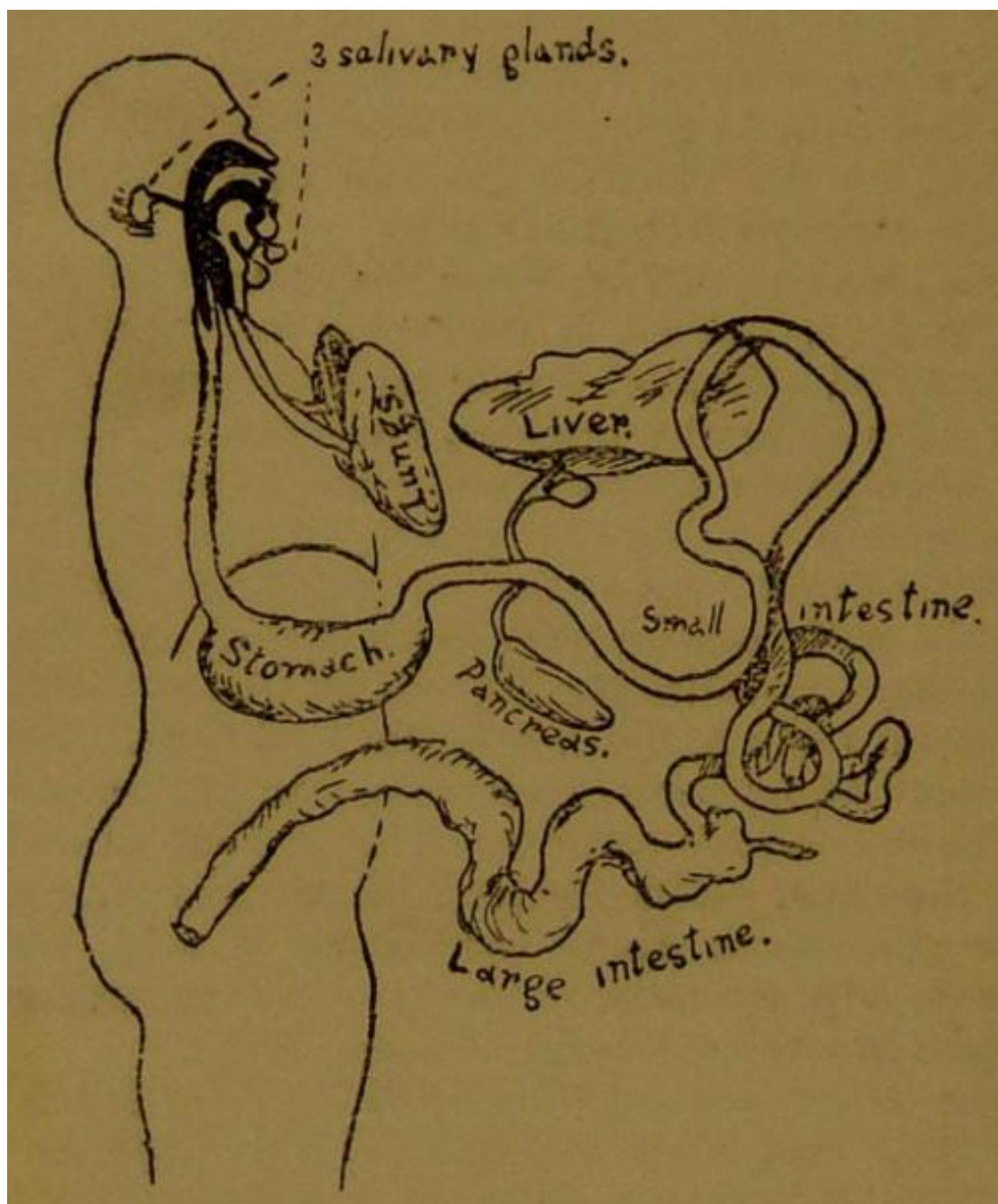


Диаграмма 10.—Общая схема пищеварительного тракта с его ответвлениями —легкими и железами.

Безусловно, наибольшую долю пищи составляют углеводы в той или иной форме, поэтому естественно ожидать, что первая стадия переваривания будет иметь дело с компонентами, представляющими этот класс. Это так. Пища попадает в рот в небольших количествах и измельчается зубами, во время чего подвергается воздействию слюны. Эта жидкость, которая является секретом трех пар желез, превращает большую часть углеводов, крахмала, тростникового сахара и т.д., в очень простой сахар, который всасывается непосредственно при попадании в желудок.

Одним из самых сенсационных открытий физиологов было то, что слюна, выходящая из железы, не содержит фермента, необходимого для осуществления этого изменения, пока она не была подвергнута действию гнилостных бактерий. О них, к счастью для нас, приятно знать, просто кишмя кишат во рту.

Когда пища проглатывается, она очень быстро проходит по первой части пищеварительного канала, которая является прямой, и затем некоторое время удерживается в желудке. Желудок отличается от остальной части канала несколькими особенностями, среди которых следующие: это *большая* полость, закрытая с каждого конца клапанами для удержания пищи внутри до тех пор, пока она не будет тщательно обработана, и она справляется со всей массой пищи, принятой за один прием пищи, и при этом не имеет приспособлений для увеличения ее поверхности.

Здесь пища подвергается самой важной и тщательной проверке. Помещенный в этот пакет, он тщательно перемешивается со слабой соляной кислотой, выделяемой многочисленными железами, и постоянно взбивается мышечным усилием его стенок, чтобы содержимое хорошо перемешивалось. Кислота достаточно сильна, чтобы убить протоплазму, и, следовательно, гнилостные бактерии, которые были необходимы во рту, но были бы весьма сомнительным благом внутри организма, удаляются. Погибают и другие организмы. Желудок не только уничтожает вторгшиеся бактерии, но и уничтожает значительную часть нашей пищи. Фрукты и салаты состоят в основном из еще живых клеток, и иногда в них попадает дичь покрупнее, *например*, устрицы. Однако одну вещь кислота не убивает, и это клетки, выстилающие желудок, и здесь с таким же успехом можно сказать, что части тела, подвергшиеся воздействию ферментов, обладают необходимой способностью сопротивляться им, так что нормальное животное не переваривает само себя.

Однако желудок - это не только бойня, но и кухня. Желудочный сок, или секрет всех открывающихся в него желез, содержит, помимо кислоты, два важных фермента, оба из которых действуют на белки. Углеводы всасываются, но не перевариваются в желудке, поскольку кислота разрушает слюну. Одним из ферментов является сычужный фермент, продукт, знакомый кулинарам, который придает молоку густоту. Другой действует в основном на протеиды, превращая их в конечном счете в очень простую форму - пептон, который сразу же всасывается. Неизвестно, какое количество протеида в желудке превращается в пептон, поскольку одного действия кислоты достаточно, чтобы он мог всасываться. Раствор протеида, *например*, яичный белок, сильно изменяется, если его слегка подкислить; он больше не свертывается при кипячении, но изменение, представляющее наибольший практический интерес, заключается в том, что при введении в вены он, по-видимому, становится частью крови, в то время как обычные протеиды действуют как яды.

Однако пептонизирующая закваска выполняет одну очень важную функцию: она переваривает коллаген соединительной ткани, вещество, которое при кипячении превращается в желатин. Причина, по которой это так важно, заключается не только в том, что ничто другое в организме на это не влияет, но и в том, что жир заключен в нем, и если бы он не был высвобожден таким образом, то прошел бы через организм непоглощенным.

Заключительный этап - переваривание пищи панкреатическим соком. После того как пища в течение некоторого времени подвергалась воздействию желудочного сока, ей дают возможность понемногу выходить из желудка и продолжать свой путь по пищеварительному

тракту. Не успев пройти и нескольких дюймов, она достигает отверстий двух протоков, печени и поджелудочной железы, и кислота немедленно стимулирует их, и железы выделяют свой секрет. Работа печени в основном заключается в выведении из организма крови без прямого воздействия на пищу, но она позволяет панкреатическому соку выполнять свою работу, снова делая пищу щелочной, и стимулирует мышечные оболочки кишечника проталкивать ее содержимое вперед. Жидкость поджелудочной железы — самая важная пищеварительная жидкость в организме, содержащая множество ферментов; она одинаково воздействует на белки, углеводы и жиры — фактически, переваривает все, - так что остальная часть длинной трубки освобождается от более трудоемкой работы, чем поглощение их по мере прохождения.

Примечание.—Теперь пищеварительные ферменты готовят для исследования, измельчая железу и помещая ее в глицерин; это экстрагирует фермент и предохраняет его от действия бактерий. Однако первые эксперименты по пищеварению представляют собой один из романов физиологии. Канадец по имени Сент-Мартин попал в неприятности с краснокожими индейцами, находясь в Соединенных Штатах Америки, и был убит выстрелом в тело. Хирург, который его лечил, не смог закрыть рану, и когда она зажила, в теле мужчины осталось отверстие, сообщавшееся непосредственно с его желудком. Хирург Бомонт увидел в этом возможности и, получив желудочный сок у своего пациента, провел классические эксперименты, которые позволили ему занять место среди отцов физиологии. Американцам следует гордиться Бомонтом, поскольку это стоило ему многих жертв, а его терпение и мужество выше всяких похвал. Мало того, что в лесной глуши у него не было ничего, кроме самых примитивных приспособлений, так еще и его подчиненный оказался несговорчивым и корыстолюбивым. Как только он обнаружил свою ценность, он пересек границу и отказался возвращаться, кроме как после непомерной оплаты. Даже после того, как это было устроено, он повторял представление всякий раз, когда считал возможным новое вымогательство. Несмотря на эти трудности, исследования оказались удивительно точными и полными.

IV.

О поглощении приготовленных таким образом материалов нет необходимости много говорить в работе этого компаса, но поглощение кислорода слишком важно, чтобы его игнорировать.

Кислород требуется организму в чистом виде, и, поскольку он не соединяется ни с чем, содержащимся в воздухе, для его высвобождения не требуется переваривания. Однако для его усвоения необходим специальный орган. Это и есть легкое. Легкие возникают, точно так же, как и железы, за счет уплотнения пищеварительного канала вблизи его истока, но отличаются от желез тем, что их клетки очень уплощены, что обеспечивает большую поверхность для воздуха с одной стороны и для кровеносных сосудов с другой. В течение жизни воздух непрерывно втягивается в легкие, чтобы клетки, которым он там подвергается, могли переносить содержащийся в нем кислород в кровь; а затем, после того как клетки также перенесут углекислый газ из крови в воздух, он снова выводится, чтобы быть замененным свежим.

(Механические средства, с помощью которых легкие наполняются и опорожняются, относятся к другой категории.)

V.

Пища была поглощена клетками, выделенными для этой цели, и следующая проблема заключается в том, как она распределяется между клетками, специализированными для другой работы? Средой для этого распределения является жидкость, называемая лимфой. Все пространства в теле заполнены лимфой, все органы омыты ею, каждая клетка увлажнена ею; однако она сравнительно застойна, и пища должна доставляться от стенок пищеварительного тракта к лимфе по соседству с клеткой, требующей более быстрого питания. Это делается с помощью крови.

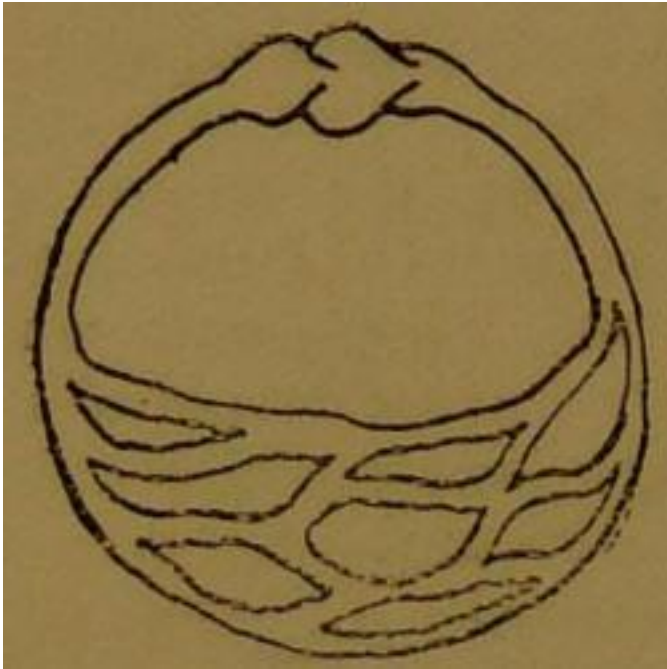


Диаграмма 11.—Принцип работы системы кровеносных сосудов.

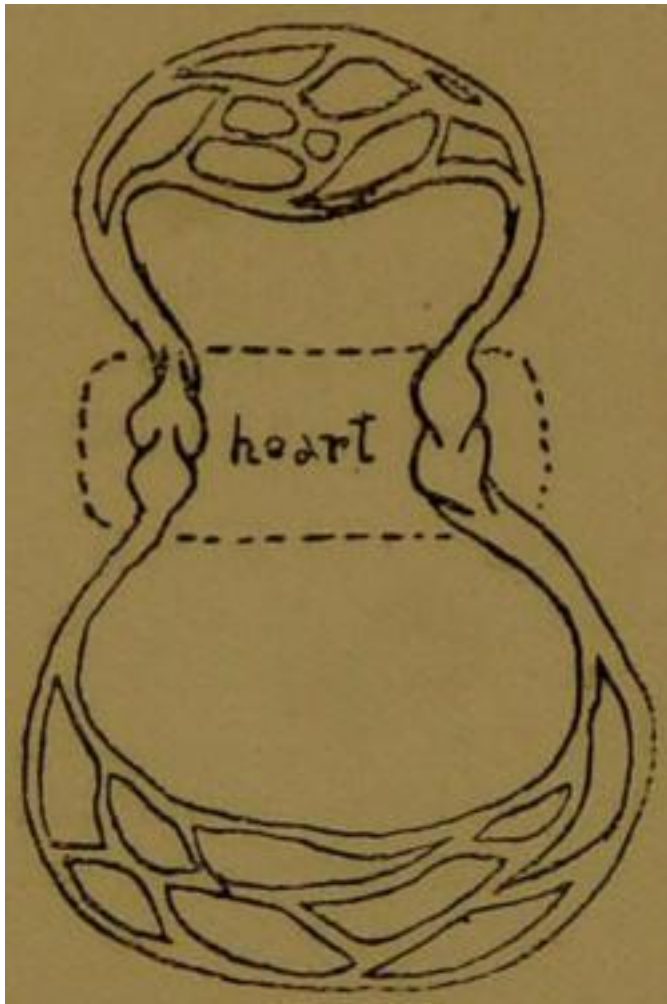


Диаграмма 12.—Принцип двойной системы кровообращения.

Кровь - это жидкость, похожая на лимфу, но заключенная в систему трубочек. По этим трубкам он движется со значительной скоростью и при этом проходит на разумном расстоянии от каждой клетки тела. Когда он проходит через клетки пищеварительного канала, они выделяют в него усвоенную пищу; когда он проходит через другие органы тела, он выделяет необходимые вещества в лимфу, омывающую собственно клетки: тогда они способны помочь себе сами.

Лимфатическая система устроена очень просто. Лимфа - это практически жидкость, которая просачивается через стенки кровеносных сосудов и подобна плазме крови, тонкому раствору белков в воде, содержащей ровно столько соли, чтобы удерживать их в растворе. От разных частей тела к сердцу тянется ряд трубочек, поднимающихся вверх с увеличением размера и уменьшением количества по мере приближения к нему. В эти трубки лимфа нагнетается с каждым движением тела. С медленной скоростью, но изменяющейся в зависимости от активности животного, она вынуждена течь по этим трубкам, регургитация предотвращается клапанами через определенные промежутки времени, пока она не достигнет места, где лимфатические сосуды соединяются с крупной веной, и она изливается обратно в кровоток, завершая таким образом свой цикл.

Кровь полностью заключена в замкнутую систему трубочек, по которым она движется всегда в одном и том же направлении. Основным принцип системы - кольцевая. Одна сторона кольца

разделена на огромное количество тонких трубочек, образующих большую поверхность для всасывания и разнесения пищи между клетками; другая сторона представляет собой единую трубку с расширением, в которой смешивается кровь из разных частей тела (см. [Диаграмму 11](#)). Это расширение, обладающее способностью к сокращению и снабженное клапанами, ритмично втягивает кровь в одном направлении и откачивает ее в другом. (Механику процесса мы изучим позже.)

На самом деле эта система двоякая, как показано на [диаграмме 12](#). Проходя половину своего пути, кровь поглощает кислород в легких; на другой половине она доставляет кислород тканям и поглощает, проходя по пищеварительному каналу, белки, углеводы, воду и соли, которые должным образом распределяются по другим органам. Жир всасывается непосредственно лимфой, но поступает в кровь для распределения.

Кровь, которая проходит по пищеварительному каналу на обратном пути к сердцу, проходит через печень. В этой железе он оставляет усвоенные углеводы, и после еды там откладывается большой запас, который можно распределять по мере необходимости. Кровь также проходит через печень из селезенки, где она была, так сказать, подвергнута капитальному ремонту.

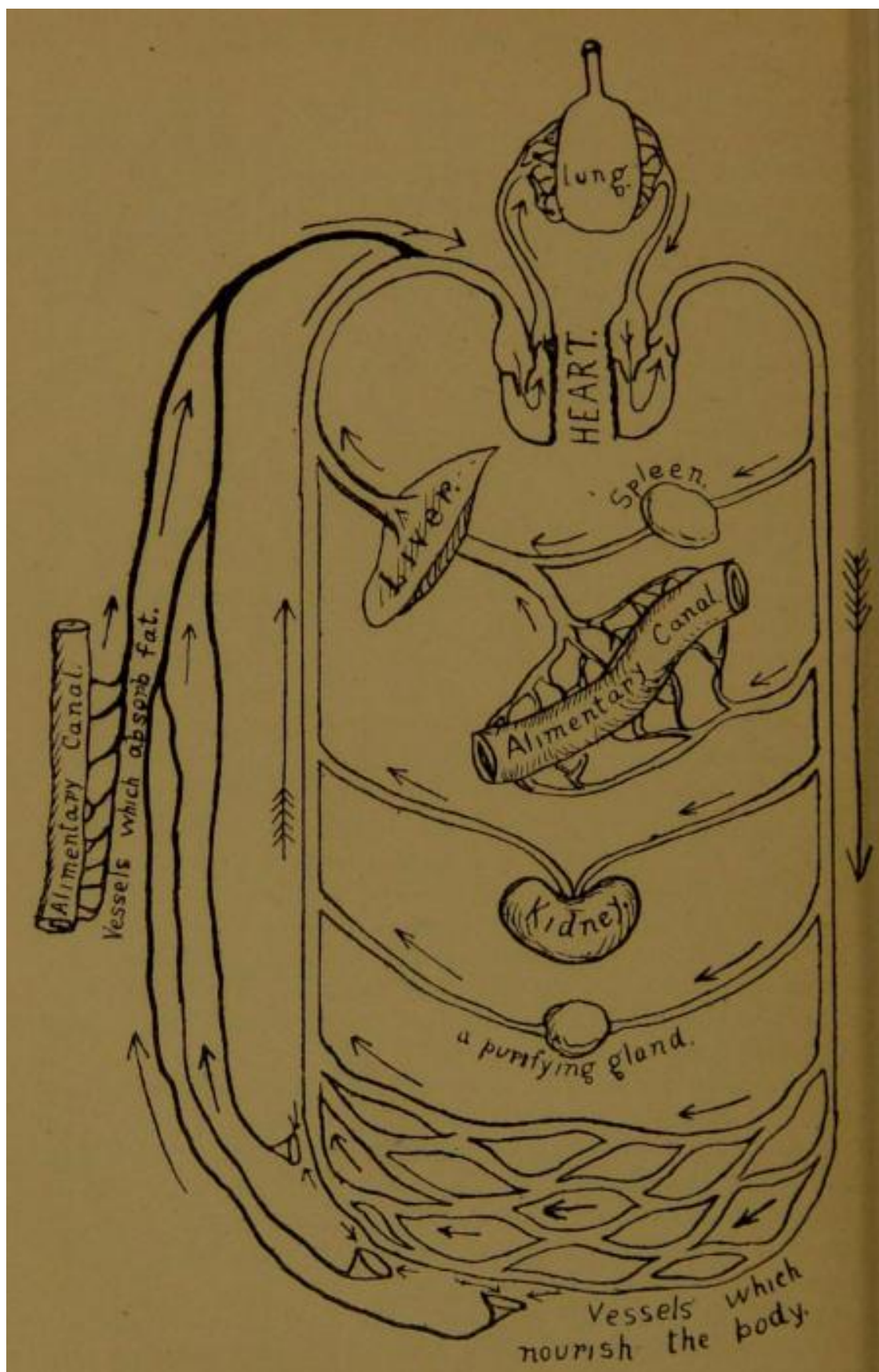


Диаграмма 13.—Схема системы кровообращения.

Кровеносная система справа, лимфатическая система слева.

Как средство химической коммуникации во всем клеточном сообществе, кровь выполняет еще одну чрезвычайно важную и очевидную функцию, а именно очищение организма от отходов жизнедеятельности. Их, конечно, столько же, сколько введенных новых материалов. Углекислый газ выбрасывается в легкие, но весь азот и большинство других элементов в новых комбинациях, которые протоплазма заставила их принимать, выводятся почками, плюс немного воды с кожей в виде пота и несколько элементов выводятся в последнюю часть пищеварительного тракта вместе с непоглощенными частями пищи.

По своему составу кровь и лимфа похожи друг на друга, являясь как слабыми растворами солей, так и белковым веществом; но кровь отличается от лимфы наличием бесчисленных чрезвычайно мелких телец, которые придают ей красный цвет. Эти тельца, если дать им их собственное название, являются транспортным средством, с помощью которого кислород транспортируется из легких к тканям. Они состоят из оболочки протоплазмы, заполненной красной жидкостью (гемоглобином), которая свободно и легко соединяется с кислородом. По форме они дисковидные, с утолщенным краем и двояковогнутыми сторонами - еще одно приспособление для увеличения поверхности и уменьшения объема. (См. диаграмму 14.)

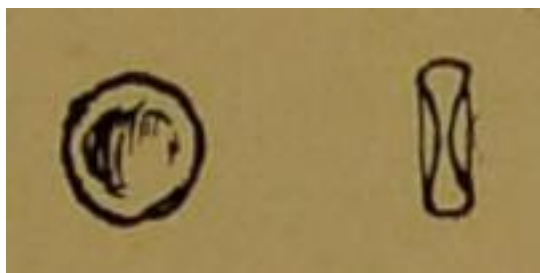


Диаграмма 14. — Красное кровяное тельце.

Теперь мы можем завершить химическое исследование тела еще одним фактом. Кровь должна проходить через определенные железы, иначе она становится отравленной, и это совершенно независимо от того, выделяет ли железа здоровую секрецию или нет.

Заболевание щитовидной железы (железы без протоков в Адамовом яблоке) вызывает зоб; надпочечников - болезнь Аддисона; поджелудочной железы - диабет. Неизвестно, выделяют ли эти органы в кровь какое-либо вещество, противодействующее образующимся в ней ядам, или они удаляют из нее вредные элементы, но они необходимы для поддержания в порядке великих средств химической коммуникации.

Примечание.—Щитовидная железа больше ничего не выделяет в пищеварительный канал, и ее проток исчезает в раннем возрасте. Однако, если он поражается болезнью или удаляется хирургическим путем, возникают тревожные симптомы зоба. Такого пациента можно полностью вылечить, пересадив щитовидную железу, вырезанную у другого животного, в любое место его тела. Однако врачи обычно дают пациенту экстракт щитовидной железы овец либо в таблетках, либо в инъекциях.

СОЧИНЕНИЕ III. МЕХАНИКА И ФИЗИКА ТЕЛА.

Я.

В предыдущем эссе мы рассматривали протоплазму как химический фактор во Вселенной.

Мы видели, как он постоянно меняется, постоянно поглощает пищу, всегда выделяет отходы. Мы также видели, что он растет и что он действительно работает, и что в большой массе клетки, составляющие его, разделяют труд вместо того, чтобы каждая составляющая клетка выполняла все жизненно важные функции. Теперь мы должны рассмотреть работу, которую выполняет протоплазма, — одним словом, механический эффект только что описанных химических действий.

Простейшее движение протоплазмы можно увидеть с помощью микроскопа в определенных растительных клетках, где гранулы, по-видимому, всегда движутся в разных направлениях. Шаг выше, и мы обнаруживаем, что это потоковое движение преобразуется в движения всей клетки. У простейших одноклеточных животных жидкая протоплазма содержится в мембране, или более плотном ограничивающем слое, к которому прикреплены тонкие нити, отходящие от крошечного тельца, известного как центросома. Эти центросомы — поскольку иногда в клетке их несколько — по-видимому, контролируют механический отдел точно так же, как ядро управляет химическим. Вдоль фибрилл через определенные промежутки расположены мельчайшие шарики, и, наблюдая за расстоянием между ними, видно, что фибриллы претерпевают изменения в длине, натягивая мембрану, когда они укорачиваются, и позволяя клетке вытекать в любом направлении, когда они расслабляются. Регулируя эти два движения, чтобы уравновесить друг друга, клетка может двигаться в любом направлении, окружать и поглощать частицы пищи и принимать самые разнообразные формы. ([Смотрите диаграмму 1.](#))

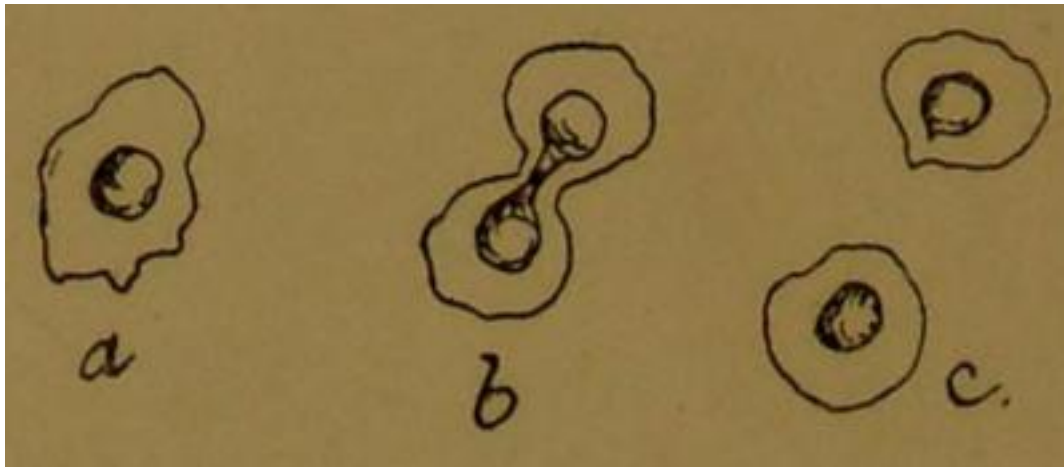


Диаграмма 15.—Деление клеток.

В некоторых клетках, возможно, во всех, центросома руководит делением. Клетки, однако, не всегда делятся одинаково. Некоторые просто удлиняются, ядро также удлиняется внутри, сжимается посередине, как гантель, и отделяется. ([Смотрите диаграмму 15.](#))

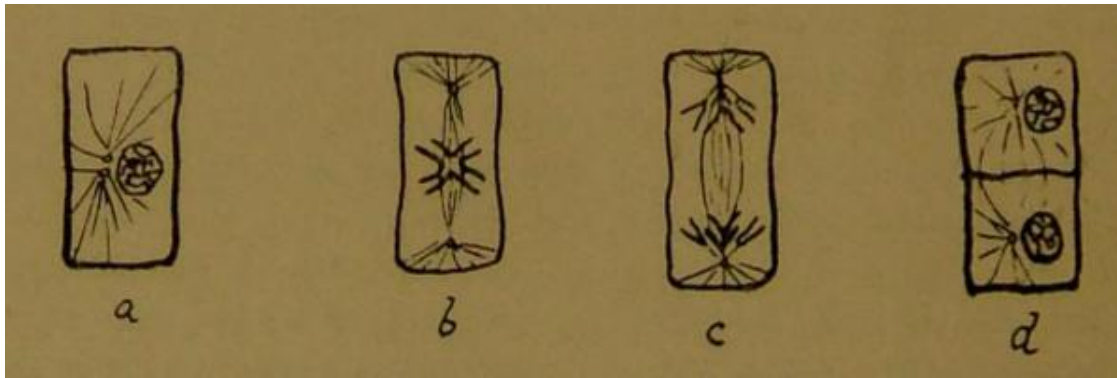


Диаграмма 16.—Деление клеток.

Другие справляются иначе. В них ядро просто лопается и пускает по течению свои основные элементы, количество — всегда постоянное количество — грубых нитей. Тем временем две centrosомы переместились к противоположным концам клетки и закрепились там фибриллами; другие фибриллы, отходящие от них, прикрепляются к ядерным нитям и, когда все готово, растягивают их, разделенные поровну, к их соответствующим концам, где они вновь формируются в два новых ядра. (Смотрите диаграмму 16.)

Одноклеточные животные, которые имеют постоянную форму и плавают, а не плывут по течению, когда хотят куда-либо добраться, на первый взгляд не имеют ничего общего с теми, кто делает последнее. От их поверхности отходят бахромы свободных протоплазматических нитей, называемых ресничками, из-за их воображаемого сходства с ресницами, которые служат двигательными органами и бьют по воде, как весла. (Смотрите диаграмму 2.) Волны движения, набегаящие одна за другой, все в одном направлении, по-видимому, проходят над клеткой, и она продвигается по воде; в то время как другие, расположенные по соседству с устьем клетки, поднимают воду в водовороты и забрасывают в нее частицы пищи.

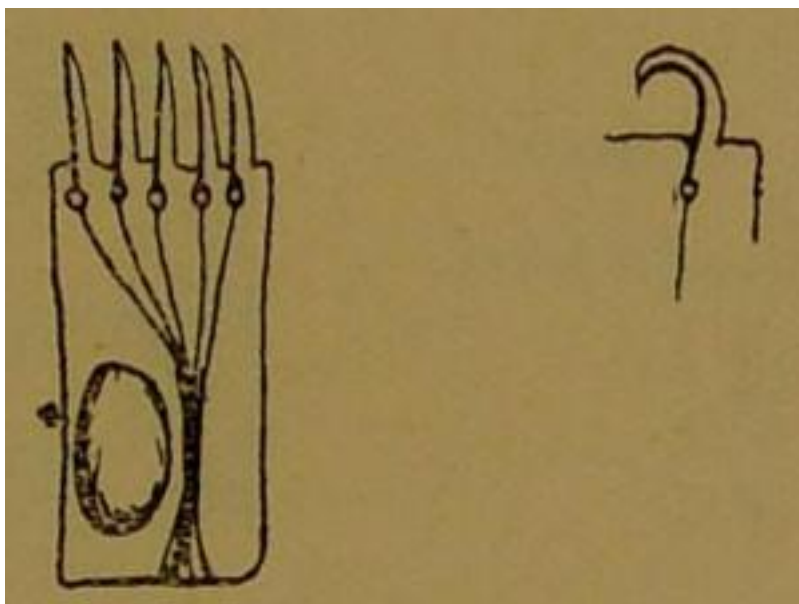


Диаграмма 17.Реснички эпителиальной клетки.

Эти реснички важны, поскольку у крупных животных они приспособлены для многих целей. Клетки, выстилающие полость в задней части носа, трубки легких и другие части тела, имеют несколько ресничек на своей свободной поверхности, и именно по ним лучше всего можно разглядеть структуру этих органов. У основания каждой реснички находится крошечный шарик, из которого тонкая фибрилла переходит в клетку, и фибриллы, в совокупности образуя поводок, прикреплены к ее противоположному концу. (Смотрите диаграмму 17.) Представляется весьма вероятным, что глобула представляет собой центросому, дающую начало двум фибриллам, одна из которых прикреплена, как описано, другая проходит вверх по одной стороне реснички и крепко прикрепляется к ее вершине. Результатом такого расположения является то, что когда фибриллы сокращаются, ресничка рывком сгибается в сторону, по которой проходит фибрилла, а когда они расслабляются, она медленно выпрямляется. Следовательно, нет принципиальной разницы между этим и другим способом прогрессирования; оба зависят от центросомы.

Наконец-то у нас есть мышечные клетки. Они встречаются только у довольно сложных животных, поскольку являются продуктом принципа разделения труда, и их единственное занятие - движение. Существует две разновидности мышц, но принцип в обеих один и тот же — длинная тонкая клетка с волокнами, пересекающими ее по всей длине, сокращение которых заставляет клетку укорачиваться и утолщаться, таким образом уменьшая расстояние между двумя ее концами. В настоящее время развитие мышц и способ, которым они "сокращаются", если использовать слово, принятое в данном случае для описания перераспределения объема, мало изучены, и, соответственно, существует много мнений; но я думаю, что тщательное изучение в конечном итоге покажет, что за движение отвечает некоторая модификация центросомы с ее сократительными фибриллами.

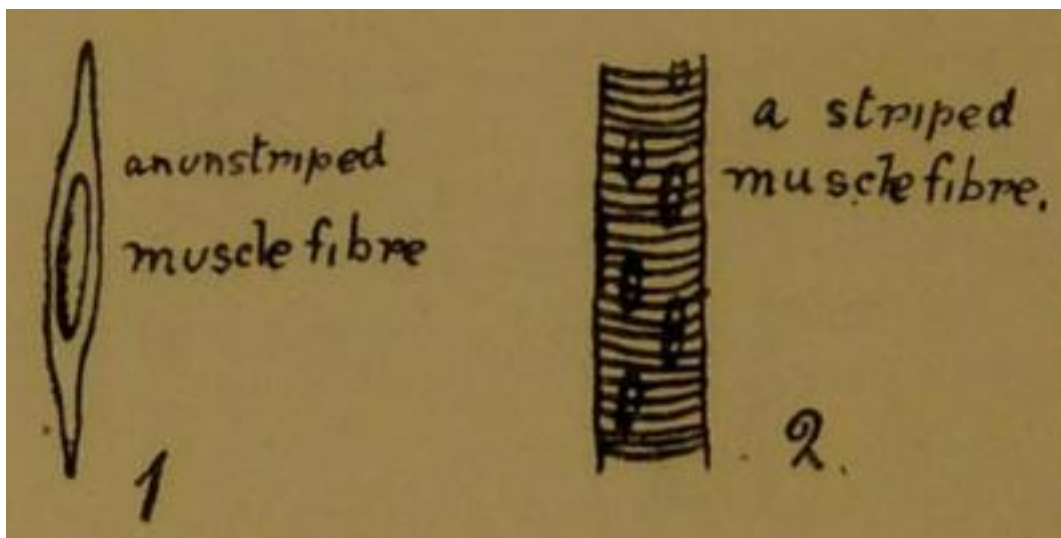


Диаграмма 18.—Мышцы.

Различают две разновидности: гладкую, или произвольную, и полосатую, или произвольную мышцу. Гладкая мышца состоит из веретенообразных клеток с одним удлинненным ядром. (Смотрите диаграмму 18, рис. 1.) Он сокращается очень медленно и не контролируется волей; но его очень много в организме, поскольку он влияет практически на все движения пищеварительного тракта и кровеносных сосудов. Произвольная, или полосатая мышца,

названная так из-за ее внешнего вида при низкой мощности микроскопа, состоит из длинных волокон, каждое из которых содержит множество ядер. (См. [Диаграмму 18, рис. 2.](#)) Его протоплазма богата гемоглобином, и в ней под мощными микроскопами можно различить два вида фибрилл: фибриллы Резерфорда, сложная структура которых придает мышцам полосатый вид; и фибриллы Маршалла, которые гораздо тоньше и их труднее разглядеть. Сердечная мышца, хотя и не находится под контролем воли, полосатая; но она отличается от обычной полосатой мышцы тем, что состоит из маленьких разветвленных клеток только с одним ядром.

Способ, которым три элемента полосатой мышцы способствуют сокращению, практически неизвестен и является предметом многочисленных споров. На самом деле, вряд ли можно желать лучшей почвы для теорий, и некоторые из них, произрастающие на ней, действительно замечательны. У нас есть основания предполагать, что существуют два сократительных вещества — одно вызывает резкое подергивание, другое - медленное, сильное натяжение; и в целом, по-видимому, есть веские основания полагать, что фибриллы Резерфорда вызывают резкие движения, в то время как фибриллы Маршалла - более сильные; и что обычная протоплазма клетки ограничена обязанностью питать фибриллы.

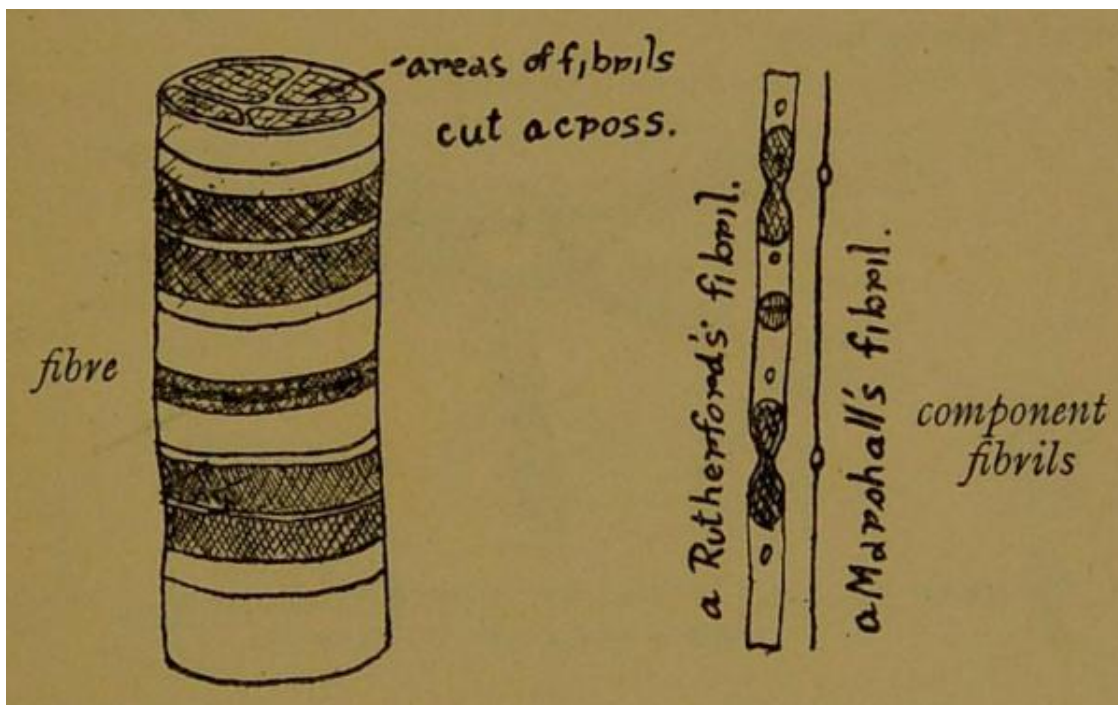


Диаграмма 19.—Полосатое мышечное волокно, увеличенное сильнее, чем на [диаграмме 18.](#)

Мышечные клетки модифицируются по сравнению с клетками зародыша, образующими средние слои эмбриона. (Смотрите [диаграмму 5.](#)) Другие клетки этой почки образуют соединительную ткань путем, так сказать, прядения длинных волокон вещества, называемого коллагеном, которое при кипячении превращается в желатин. (Смотрите [диаграмму 20.](#)) Эта соединительная ткань пронизывает все тело, обеспечивая прочную основу для множества слоев клеток, образующих кожу, и единственного слоя пищеварительных клеток; поддерживая другие органы повсюду и удерживая различные части тела на своих местах, в чем, однако, ей помогают другие волокна, которые не являются коллагеновыми, но эластичными. Он также образует каналы, которые становятся лимфатическими и кровеносными сосудами.

В частях тела животного, требующих специальной поддержки, он образует твердые стержни, при этом collagen соединяется с солями кальция, образуя прозрачное твердое вещество — хрящ. На определенном этапе развития животного или групп животных мы обнаруживаем, что единственной прочной опорой является хрящ, но хрящ недостаточно жесток для очень крупного животного, особенно на суше, поэтому используется только для внешних частей тела, основным каркасом которых является кость.

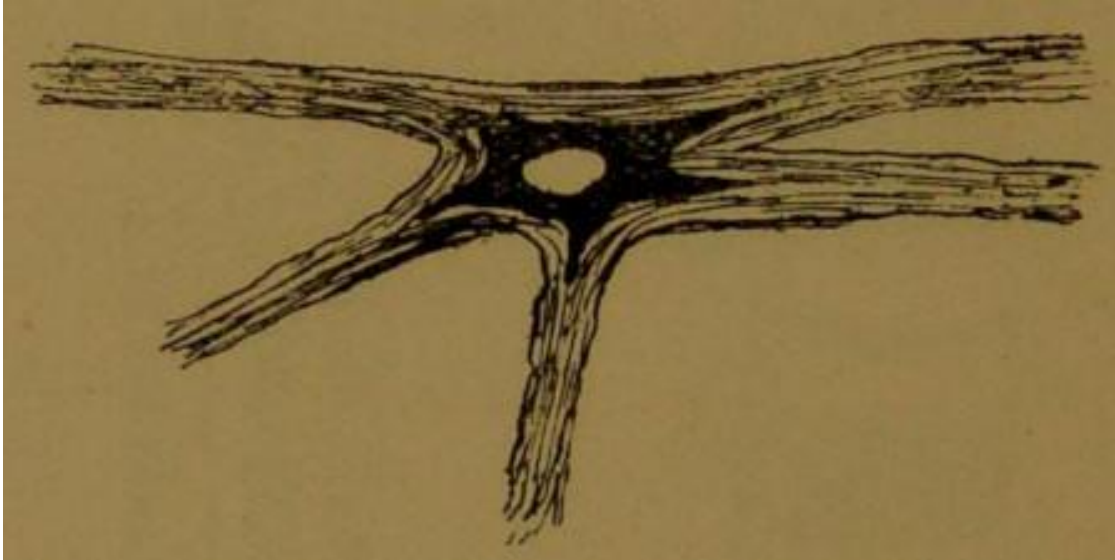


Диаграмма 20. Клетка соединительной ткани, дающая начало Длинным коллагеновым волокнам.

Кость формируется очень похоже на то, как если бы природа исправляла ошибку. Когда стержень хряща не справляется со своей работой, он становится полым, и свежие клетки соединительной ткани проникают внутрь и заполняют полость, в конечном итоге образуя на ее месте тонкую сеть клеток, ячейки которой заполнены неорганическими солями кальция, главным образом фосфатом извести. Тогда природа извлекает пользу из опыта, и последним формирующимся костям не предшествует какой-либо импровизированный хрящ, а сразу же образуется обычная соединительная ткань.

Это снова возвращает нас к мышцам, поскольку задача почти всех произвольных мышц - вызывать движение среди костей. Для этой цели мышечные клетки или волокна располагаются параллельно друг другу и связаны между собой соединительной тканью, при этом весь пучок известен как 'мышца'. Два конца мышцы прикреплены к двум костям соединительной тканью, которая иногда образует короткий канатик, или сухожилие. Затем, когда мышца сокращается, два места ее прикрепления притягиваются друг к другу, и что-то должно двигаться. Но прежде чем подробнее рассказать о том, как соединяются кости и прикрепляются мышцы — фактически, о том, какие движения возможны в человеческом теле, — было бы неплохо описать основные свойства мышц и способ их изучения.

II.

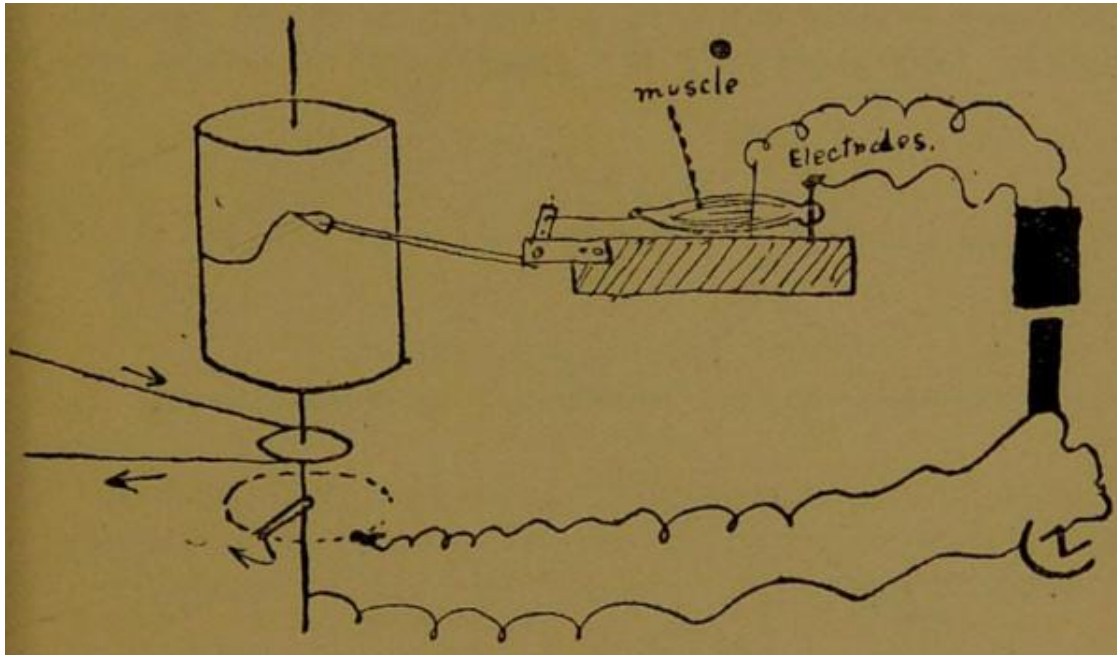


Схема 21.—Устройство для регистрации мышечного сокращения.

Способ изучения произвольных мышц очень прост. Лягушку убивают, вводя зонд в головной и вниз по спинному мозгу, а затем рассекают мышцу и прикрепляют ее к аппарату (см. [Диаграмму 21](#)) таким образом, что при сокращении она поднимает рычаг и рисует линию на движущейся поверхности. Определяется скорость, с которой перемещается поверхность, так что можно проанализировать характер кривой, которая представляет собой графическую запись сжатия. (Смотрите [диаграмму 22.](#)) Например, когда удар электрическим током используется для того, чтобы заставить мышцу сокращаться, мы обнаруживаем, что слабый удар вызывает небольшое сокращение, как показано низкой кривой, в то время как более сильный, до определенной точки, вызывает увеличение.

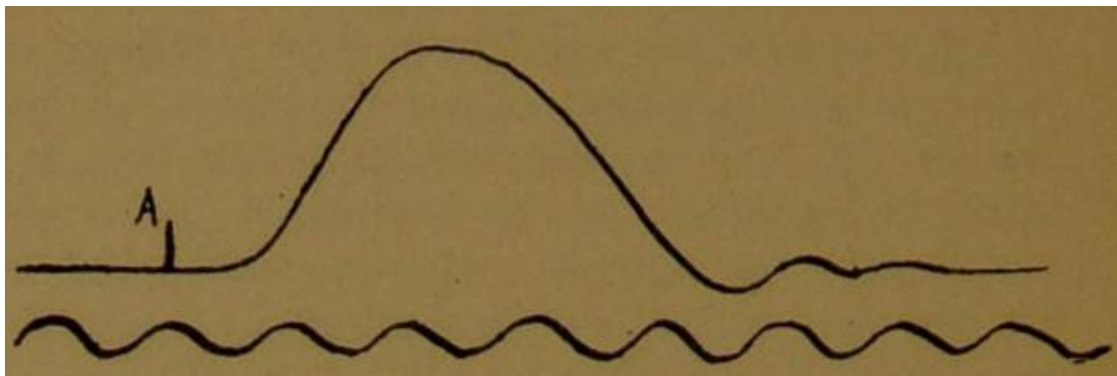


Диаграмма 22. Графическая запись реакции на один стимул, примененный в точке А.

Нижняя строка = записи камертона $\frac{1}{100}$ ".

Но после описания того, как изучается мускулатура, необходимо лишь изложить несколько фактов, касающихся ее; обсуждение мускула, полное описание экспериментов, с помощью

которых были выяснены его более неясные свойства, и устройств, с помощью которых были устранены причины ошибок, заполнило бы тома.

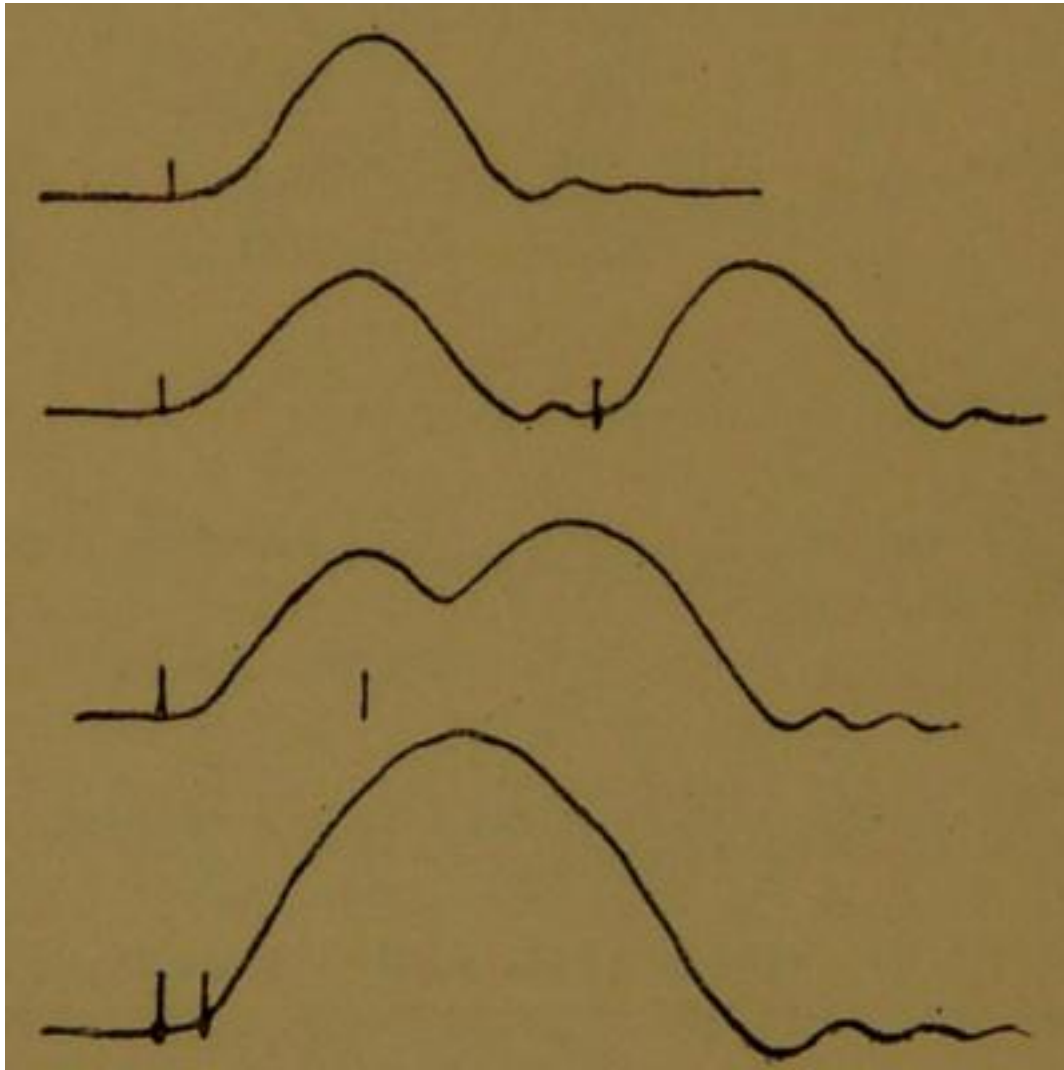


Диаграмма 23. Сокращения при двух стимулах с разными интервалами времени.

Мышца приводится в состояние сокращения импульсом, поступающим к ней от нерва, но она сокращается с такой же легкостью, если ее возбудить непосредственно механическим или электрическим током. Второй толчок вызывает второе сокращение или, если мышца все еще находится в состоянии сокращения из-за первого, заставляет ее сокращаться еще сильнее. (Смотрите диаграмму 23.) Если к мышце приложить ряд раздражителей в такой быстрой последовательности, что эффект от предыдущего не пройдет к моменту наступления следующего, она сократится настолько, насколько это возможно, и останется сокращенной — состояние, известное как столбняк. (Смотрите диаграмму 24.) Таким образом, мышца поддерживается в состоянии сокращения непрерывным нервным усилием, не приводится в порядок, а затем остается сокращенной.

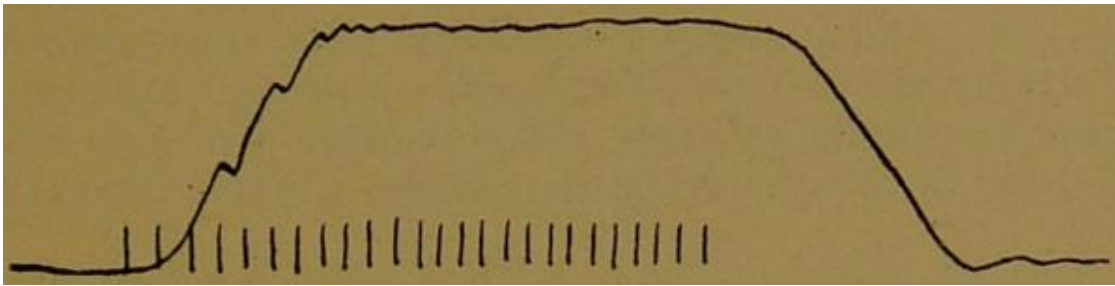


Диаграмма 24. Столбняк.

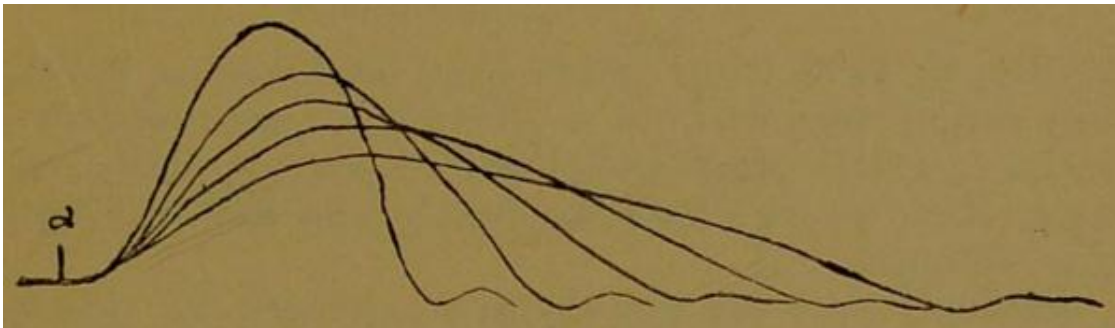


Диаграмма 25.—Кривые усталости.

Быстрый барабан: а, точка стимуляции. Регистрируется каждое десятое сокращение.

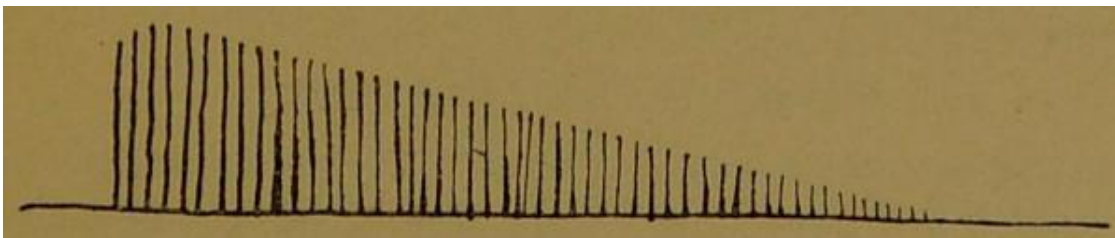


Диаграмма 26. Влияние усталости на мышечное сокращение.

Медленный барабан. Записывается каждое сокращение.

Различные условия изменяют характер мышечной реакции. При повторяющихся раздражителях с короткими интервалами мышца утомляется, и каждое сокращение становится меньше по протяженности и продолжительнее. ([Смотрите диаграммы 25 и 26.](#)) Если мышце приходится поднимать груз, ее сокращение подвергается определенному контролю, и время ее расслабления сокращается. Температура также влияет на мышечное сокращение, умеренное повышение вызывает более резкое, а умеренное охлаждение - более медленное, поднятие и опускание рычага при стимуляции. ([Смотрите диаграмму 27.](#)) Наконец, у нас есть препараты, которые оказывают влияние, но единственное из них, которое необходимо упомянуть здесь, - это вератрия, который заставляет медленно сокращающиеся фибриллы продолжать свою активность после того, как быстро сокращающиеся фибриллы утихают. ([Смотрите диаграмму 28.](#))

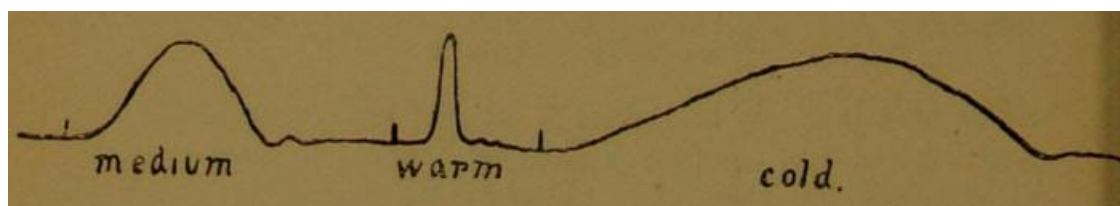


Диаграмма 27.—Влияние температуры.

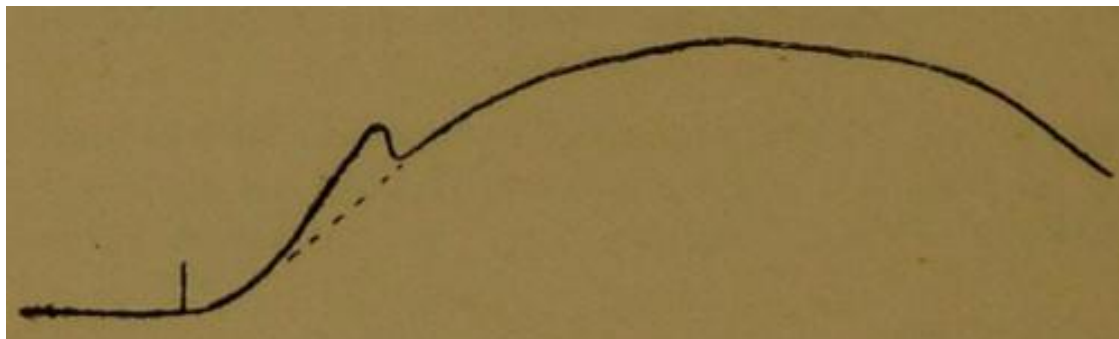


Диаграмма 28.—Кривая Вератрии.

Наконец, есть электрические изменения в мышцах. О них, опять же, можно вкратце умолчать, поскольку их нелегко понять или описать. Короче говоря, та часть мышцы, которая находится в состоянии активности, отрицательна по отношению ко всем остальным частям. Таким образом, если мышцу рассекают и рассекают поперек, активность в месте повреждения, пока она длится, заставляет ток проходить через гальванометр от неповрежденных частей к раненому. (Смотрите диаграмму 29.) Опять же, если мышцу рассечь без повреждения, соединить в двух точках с гальванометром, а затем стимулировать один конец, то по мере прохождения волны сокращения по нему, сначала один, затем другой, контакт становится отрицательным. (Смотрите диаграмму 30.) S - стимулирующие электроды; N - сокращение, которое отмечает волну возбуждения, проходящую по мышце; G - гальванометр, который показывает, что очаг активности (N) отрицателен по отношению к остальной части мышцы.



Диаграмма 29.—Течение травмы: Поперечное сечение мышцы, отрицательное по отношению к состоянию покоя.

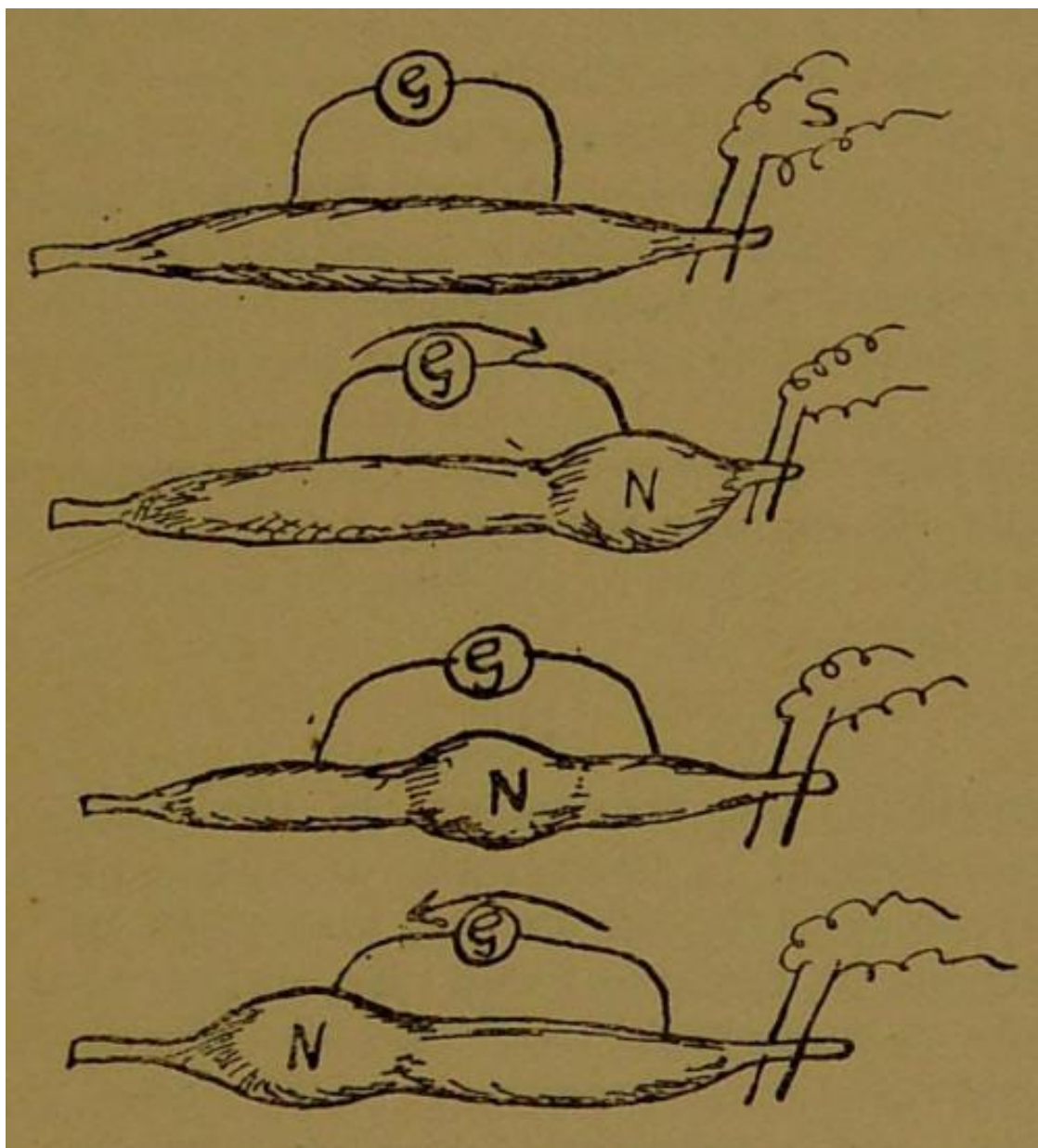


Диаграмма 30.—Ток действия.

Попутно можно упомянуть, что, поскольку сердце представляет собой мышцу, расположенную наискось поперек тела, и волны сокращения постоянно проходят вдоль ее длинной оси, все тело подвержено постоянным электрическим изменениям. С помощью очень тонких инструментов можно продемонстрировать, что с каждым ударом две руки попеременно становятся электрически положительными и отрицательными по отношению друг к другу.

Имея дело с электрическими явлениями в мышцах, можно также утверждать, что нервные волокна, которые изучаются практически с помощью того же аппарата, демонстрируют те же электрические изменения, причем точка повреждения или наибольшей активности отрицательна по сравнению со всеми остальными. Отдельные клетки исследовать труднее, но в железах можно показать, что действует то же правило.

Несомненно, самым любопытным фактом выработки электричества протоплазмой является то, что в результате модификации мышц и нервов, из-за которой они теряют свои обычные свойства, они превращаются в специальный орган для нанесения ударов электрическим током. Вооруженные мощными батареями такого типа, в остальном довольно беспомощные рыбы могут защищаться от своих врагов и наносить неожиданную смерть своей более проворной добыче.

Теперь, ознакомившись с некоторыми физическими свойствами протоплазмы, мы можем перейти к краткому исследованию движений, которые мы обнаруживаем в теле человека.

III.

При описании движений тела нам придется рассматривать их как несколько различных, какими они на самом деле и являются; но не следует упускать из виду тот факт, что на самом деле они не могут быть изолированы: одна идея охватывает целое. Однако в жизненно важных функциях можно различать два вида движения: движение самих клеток, таких как мышцы; и движение непротоплазматических элементов, на которые воздействуют клетки *-например, лимфы.*

Существует параллель этому в химической стороне жизни, где мы обнаруживаем некоторые явления, свойственные живым элементам, а другие, такие как пищеварение, происходят в живом организме, но вне клеток.

Рассматривая движения в естественном порядке, то есть переходя от более простого к более сложному, в первую очередь, несомненно, следует учитывать движения лейкоцитов, или обычных поглотителей тканей. Тело состоит, насколько мы определили его анатомию, из трех слоев клеток, а по форме напоминает трубку с полыми стенками. (Смотрите диаграмму 6.) Внутри полости тела находятся различные органы, такие как мышцы, которые формируются из среднего слоя; и его пространство в значительной степени ограничено железами, легкими и другими разветвлениями внутреннего слоя, который образует пищеварительный канал.

Эти органы более или менее свободно висят в полости тела, прикрепленные к ее стенкам обволакивающими листами соединительной ткани, и все они омыты лимфой. При таком расположении продукты износа должны накапливаться. Клетки то тут, то там отмирают по разным причинам, и кусочки клеток отделяются даже у взрослых животных. Внутренняя часть кости всегда выедается, чтобы уменьшить ее вес или для того, чтобы ее можно было заменить свежей костью более плотной текстуры, и у молодых животных и эмбрионов есть много структур, которые, будучи полезными какое-то время, в конечном итоге должны быть удалены; в качестве примера мы можем привести хвост головастика. Фактически, если бы ткани были предоставлены самим себе, организм вскоре захлебнулся бы обломками, и чтобы избежать этого, он снабжается армией падальщиков - лейкоцитов.

Лейкоциты - это отдельные клетки, которые своим происхождением обязаны среднему слою. По размеру они, конечно, очень маленькие, совершенно невидимые невооруженным глазом. По внешнему виду они напоминают одноклеточные организмы типа амба, о которых мы уже имели случай упоминать несколько раз (Очерк II., раздел II.; Очерк III., раздел I., Диаграмма 1). Они бывают нескольких различных разновидностей, некоторые крупнее и активнее других; но все они бродят в лимфе и крови подобно независимым животным, проникают внутрь и наружу

между клетками органов и пожирают любое инородное вещество, с которым они сталкиваются. Иногда они размножаются, как независимые животные, путем деления, особенно при наличии воспаления, или когда у них много работы и необходимо быстрое увеличение их численности; и их заставили жить, питаться и размножаться вне организма (в этом случае их следует считать ставшими независимыми организмами), благодаря тщательному вниманию экспериментатора.

Помимо своих обязанностей по поеданию внутренних слоев костей и удалению омертвевших тканей, некоторые предполагают, что они помогают в усвоении пищи, прокрадываясь между клетками, выстилая пищеварительный канал, и, выбросив руки, чтобы заглотить частички пищи, возвращаются со своей добычей в организм. Возможно, однако, самой интересной или, во всяком случае, самой романтической из их многочисленных и важных функций является то, что можно назвать их неотложными обязанностями. Часто люди, особенно те, кто живет в задымленных городах, втягивают в свои легкие частицы пыли и сажи, которые, если их оставить прилипать к стенкам дыхательных полостей, могут вызвать опасное раздражение. Словно по волшебству лейкоцит обнаружит присутствие такой неприятности и, проползая между клетками, образующими стенку легкого, в котором, кстати, он находится вне собственно организма, поглотит его и унесет с собой. Этот подвиг, однако, меркнет по сравнению с войной, которая идет в организме между лейкоцитами и вторгшимися бактериями. Бактерия процветает в крови или лимфе, поскольку она оказывается в теплой щелочной жидкости, содержащей сложные органические вещества, расщепляя которые, она может легко получать энергию. К сожалению, продуктами такого процесса часто являются опасные яды, воздействие которых на соседние клетки вызывает тревожные симптомы, которые мы связываем с болезнью. Однако как только бактерия начинает вырабатывать яды, лейкоциты под влиянием химического притяжения ([Очерк I.](#)) набрасываются на нее. Сначала появляются лейкоциты небольшого размера, наполненные гранулами зимогена, которые толпятся вокруг бактерии, пока не покроют ее. Через некоторое время они расползаются, оставляя ее мертвой. Сейчас они находятся в истощенном состоянии и больше не содержат гранул, несомненно, выпустив их в качестве разрушительной закваски на своего врага. Затем лейкоцит другого вида переходит в атаку или, скорее, убирает остатки, поскольку он крупный, не зернистый, активный собрат и съедает мертвую бактерию простым процессом поглощения ее целиком. ([Смотрите диаграмму 31.](#))

Естественный вопрос, возникающий при изучении лейкоцитов, заключается в том, что с ними происходит? Частицы сажи и подобные отходы вряд ли можно считать питательной или даже легкоусвояемой пищей, и скорее напрашивается вывод, что лейкоцит выполняет свои функции на благо организма в целом, а не сам по себе, и что по завершении своей работы он должен умереть. Вероятно, многие лейкоциты, нагруженные необдуманными и нежелательными мелочами, попадают в пищеварительный тракт и избавляются от них вместе с бесполезными порциями пищи; но им не всегда хватает удачи или энергии, чтобы добраться до естественного выхода. Неприятно знакомое явление - фурункул. Здесь у нас под кожей находится какое-то раздражающее вещество, вызывающее воспаление, и лейкоциты накапливаются, чтобы устранить причину проблемы. Однако прежде, чем это было сделано, многие погибли в схватке, и они скопились в большом количестве с образованием того, что обычно известно как гной, или материя. Их распространение по телу в настоящее время нелегко и нежелательно, и хирург обычно позволяет им выйти с поверхности одним касанием ланцета.

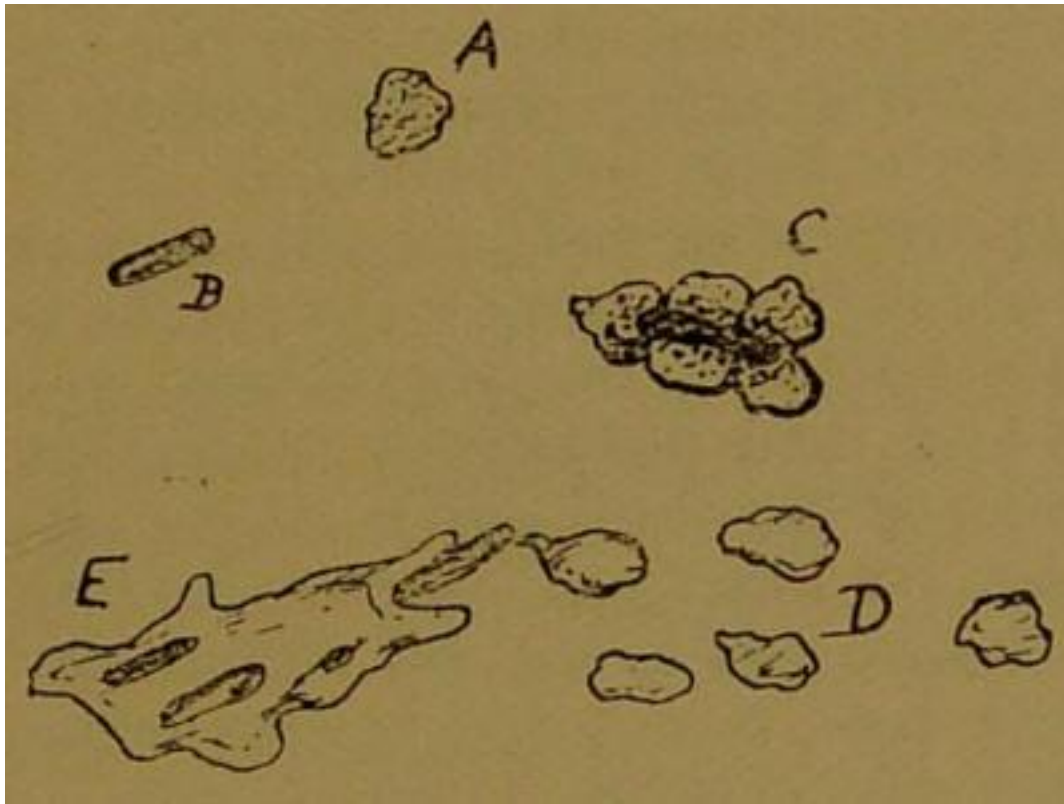


Диаграмма 31.

А - эозинофильный лейкоцит; В - бактерия; С - лейкоциты, убивающие бактерию своим ферментом; D - лейкоциты, оставляющие бактерию мертвой; Е - гиалиновый лейкоцит, пожирающий мертвую бактерию.

Итак, такова вкратце история лейкоцитов, пренебрегающая такими проблемами, как различия между обнаруженными в крови лейкоцитами, называемыми белыми тельцами, чтобы отличать их от красных тельцов, с которыми они не имеют никакой связи; обнаруженными в лимфе, называемыми лимфоцитами, чтобы отличать их от обнаруженных в крови; застигнутыми при пожирании костей, называемыми остеокластами; и обнаруженными с бактериями внутри, поэтому известными как фагоциты; и без рассуждений о том, как долго живет индивидуум и отличаются ли разные разновидности по составу, происхождение или просто находятся на прогрессивных стадиях развития. Изучение лейкоцитов - одно из самых увлекательных в физиологии, но у нас есть много других вещей, требующих нашего внимания, и мы достаточно сказали о роли, которую они играют в жизни организма, чтобы оправдать переход к рассмотрению другого важного движения.

IV.

Следующим в естественном порядке для рассмотрения являются движения пищеварительного тракта.

До сих пор мы рассматривали это сооружение как химическую лабораторию, пробирку, состоящую из одного слоя клеток, которые выделяют ферменты в просвет, где происходит переваривание, а затем поглощают продукты, и мы еще не учитывали пищу, перемещающуюся

по пробирке, без которой ее функции, описанные в предыдущей части книги, не могли бы выполняться. То, что перемещение пищи происходит не под действием силы тяжести, очевидно по многим направлениям витков трубки — не говоря уже о старом примере с поилкой лошади, в этом случае жидкость сначала поднимается вверх. Следовательно, следует сделать вывод в пользу какого-либо мышечного метода приведения в движение.

До сих пор мы описывали пищеварительный канал как единый слой клеток, но должно быть очевидно, что эти мягкие секреторные участки трубки не способны к энергичному движению. Сам канал окружен прочной оболочкой из соединительной ткани, которая предотвращает его чрезмерное растяжение или разрыв, и с помощью слоя — или, скорее, двух слоев — неполосатых мышц, которые он содержит, производит движения, которые приводят к прохождению его содержимого по трубке. Эти два слоя хорошо прилегают к внешней стороне соединительнотканной оболочки. Волокна внутреннего слоя расположены по кругу, образуя кольца вокруг трубки; волокна внешнего слоя имеют продольное направление, проходя, следовательно, параллельно его длинной оси. Когда первые сокращаются, диаметр трубки уменьшается, в то время как сжатие последних приводит к ее увеличению. (Смотрите диаграмму 32.)

Движения кишечника - это то, что известно как перистальтика. Сокращение мышечных волокон происходит не одновременно во всех частях, а проходит по ним волнами. Непосредственно перед продуктом продольные волокна сжимаются и, таким образом, оказывают меньшее сопротивление, в то время как непосредственно за круглыми волокнами уменьшается размер трубки и, таким образом, повышается давление. Результатом ряда последовательных волн сокращения, проходящих по пищеварительному каналу, является то, что пища продвигается по нему.

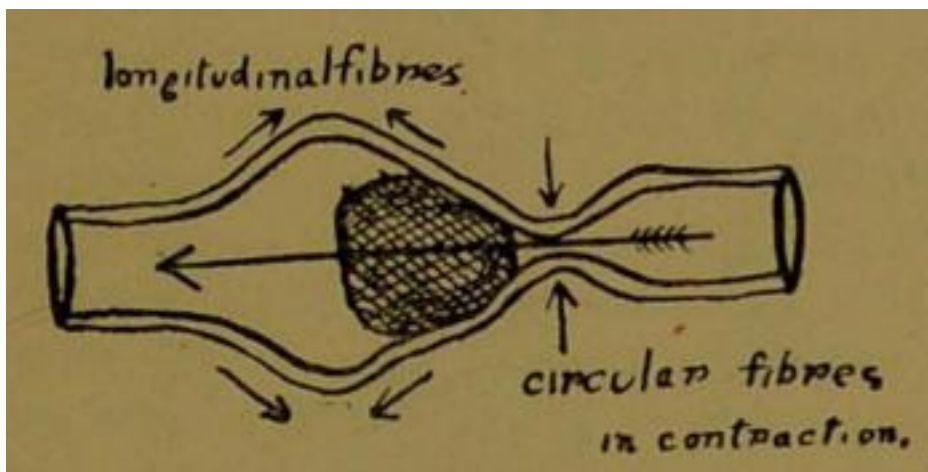


Диаграмма 32. — Для иллюстрации прохождения пищи по кишечнику.

Расположение мышц в разных местах варьируется в зависимости от особых потребностей. Там, где трубка внезапно расширяется, образуя желудок, и где желудок внезапно сужается до кишечника, есть два сильных мышечных кольца, чье сжимающее воздействие превращает расширение в закрытую камеру во время переваривания пищи в желудке; в то время как оболочки, которые фактически покрывают его здесь, проходят косо, и их активность заставляет содержимое медленно взбиваться внутри.

Таким образом, будет видно, что не только произвольные мышцы предоставляют пищеварительной системе ее возможности; без этих незаметных клеток без полос мы бы трудились ради своего хлеба и глотали его напрасно.

V.

После изучения принципа движения, с помощью которого химические вещества, необходимые организму, попадают на его поглощающую поверхность, нашим следующим шагом должно стать изучение того, как жидкость, которая их транспортирует, проходит по содержащим ее трубкам. У нас уже была возможность описать, как эти кровеносные и лимфатические сосуды разветвляются во всех органах, когда мы имели дело с химическим воздействием крови и лимфы.

Трубки, по которым лимфа возвращается в кровоток, имеют тонкие стенки и не имеют собственных мышц. Однако они подвергаются постоянно меняющемуся давлению из-за движений конечностей и туловища, и поскольку благодаря клапанам внутри них лимфа может выходить только в одном направлении, существует постоянный приток к месту соединения с кровеносными сосудами.

Кровеносные сосуды устроены совершенно иначе. Необходим гораздо более надежный и быстрый ток — отсюда устойчивая циркуляция по системе закрытых трубок.

Чтобы понять это движение крови, необходимо иметь в виду великий принцип, которым снабжает нас гидростатика, а именно, что жидкость всегда течет из области высокого давления в область более низкого. Следовательно, проблема сосудистой системы заключается в следующем: как можно настроить давление внутри кольца трубки таким образом, чтобы поддерживать постоянный поток всегда в одном и том же направлении?

Давайте начнем со структуры системы. Трубка, по которой кровь сначала проходит, покидая сердце, состоит из четырех различных и важных элементов: выстилки из эндотелиальных клеток, которые нам нет необходимости подробно обсуждать; основного вещества из прочной белой волокнистой соединительной ткани; эластических волокон и мышечных волокон, два последних расположены в веществе соединительной ткани. Все эти части присутствуют в главных артериях, отходящих от сердца, но в тонкой сети капилляров, к которым артерии дают начало в результате повторяющихся разветвлений, от внешних оболочек ничего не осталось, только выстилка из эндотелиальных клеток, отделяющая кровь от проходимого органа. В венах, которые образуют эти капилляры, вновь появляется соединительнотканная оболочка, а также некоторые мышцы; но эластичная оболочка совершенно отсутствует. Сердце на самом деле представляет собой двойной виток трубки (см. [Диаграмму 12](#)), в которой преобладает мышечная оболочка, и разделено на четыре камеры клапанами, которые обеспечивают течение крови в нужном направлении при ее сокращении. ([Смотрите диаграмму 33.](#))

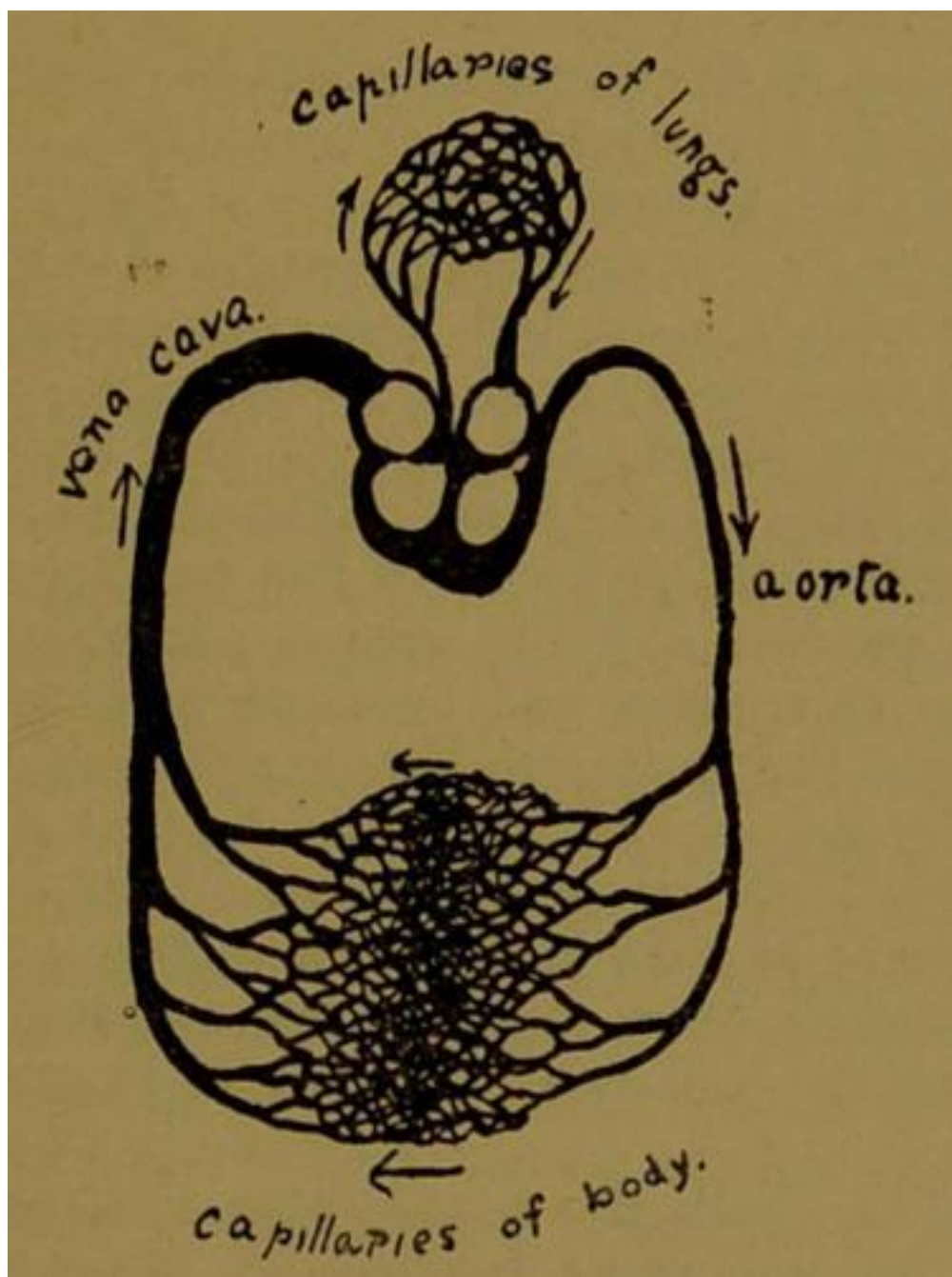


Схема 33.—Схема циркуляции

Принцип работы этих структур следующий: две камеры сердца (предсердия) получают кровь из вен и при заполнении внезапно сокращаются, выталкивая свое содержимое в две другие камеры (желудочки). Кровь не течет обратно в вены, хотя давление в них очень низкое и нет клапанов, предотвращающих это, потому что в желудочках давление все еще меньше, а также потому, что вены входят в ушные раковины косо, и тенденция к увеличению давления заключается в закрытии их отверстий. После того, как кровь поступает в желудочки, предсердия расслабляются, и давление внутри становится минусовым, они быстро наполняются кровью из вен, кровь не может вернуться обратно после попадания в желудочки, поскольку клапаны автоматически закрываются, чтобы предотвратить это.

Стимулируемые расширяющейся кровью, желудочки затем сокращаются одновременно, как и ушные раковины, только с гораздо большей силой: правый желудочек должен прогонять кровь по всем сосудам, пронизывающим легкие, обратно в левое ушко; в то время как левый желудочек, который пропорционально сильнее правого, должен отправлять ее содержимое в самые отдаленные части тела. Затем они расслабляются, чтобы условия их внутреннего давления могли способствовать другому притоку крови из ушных раковин, при этом возврат крови из артерий, как и в предыдущем случае, предотвращается клапанами.

Давление в артериях в течение жизни всегда довольно высокое; действительно, желудочки должны приложить значительное усилие, прежде чем откроются ведущие от них клапаны. Результатом этого является не только то, что кровь стремительно движется по ним, но и то, что они слегка растягиваются при каждом ударе; и таким образом, благодаря эластичности их стенок кровь продолжает течь вперед даже между ударами сердца. Дальнейший путь довольно прост; давление в капиллярах ниже, чем в артериях, и давление в венах ниже, чем в капиллярах, и в венах тоже ниже, по мере приближения к сердцу, пока там, где они соединяются с ушной раковиной, оно фактически не становится отрицательным, и крови не открывается другого пути, кроме возвращения в ушную раковину. Похоже, что в венах могут произойти несчастные случаи из-за того, что там слишком низкое давление для направления тока, но этому препятствует наличие клапанов с определенными интервалами, чтобы остановить любой возврат.

Скорость, с которой движется кровь, - это еще один момент, который оказывает важное влияние на питание. Он выполняет свою работу — *т.е.* Выдает пищу и собирает отходы — проходя по капиллярам; таким образом, здесь обнаруживается, что он движется медленно. С другой стороны, чем раньше он достигает их, тем лучше, поэтому он быстро проходит по артериям. Наконец, его возвращение к сердцу не нужно откладывать, поэтому он снова ускоряется по венам. Принцип, с помощью которого достигается это изменение скорости потока, прост и неизбежен. Если трубка, по которой течет жидкость, не имеет одинакового размера на всем протяжении, то в узких частях жидкость течет быстрее, чем в более широких. Теперь, при разветвлении, артерии не становятся меньше в постоянной пропорции, и в результате совокупный диаметр капилляров в пятьсот раз превышает диаметр аорты; следовательно, кровь течет по ним лишь в одной пятисотой части от скорости, с которой она покидает сердце. Но при повторном соединении с образованием вен их поперечное сечение еще раз уменьшается, так что поперечное сечение крупных вен вблизи сердца всего в два с половиной раза больше, чем у аорты, и, следовательно, кровоток происходит всего в два с половиной раза медленнее.

Очевидно, что скорость кровотока должна зависеть от давления крови в артериях. Это давление изменяется либо путем изменения частоты сердечных сокращений, либо диаметра артерий, которые способны к значительным изменениям благодаря своей мышечной оболочке. Регуляцией кровяного давления управляет нервная система, поэтому ей здесь не место, и мы можем оставить ее после упоминания одного или двух фактов. Высокое давление возникает из-за большого количества крови, находящейся в артериях, и это может быть связано либо с быстротой, с которой она впрыскивается сердцем, либо со сниженной пропускной способностью самих кровеносных сосудов. Высокое давление, обусловленное последней причиной, создает большую нагрузку на сердце из-за тяжелой работы, которую оно выполняет, перекачивая кровь в артерии; при низком давлении сердце бьется слабо, преодолевая меньшее сопротивление.

Кровяное давление можно повысить, стимулируя мышечную оболочку и уменьшая пропускную способность кровеносных сосудов, и снизить, заставляя сердце биться медленнее или удаляя кровь из организма. Эта последняя операция была излюбленным способом врачей старой школы; но по мере того, как наши знания физиологии, а вместе с ними и наш контроль над жизненно важными функциями, возрастают, такие грубые и героические средства могут быть заменены другими, менее опасными.

VI.

Сравнения справедливо считаются нежелательными, поэтому вряд ли можно с уверенностью утверждать, что группа движений, основной целью которых является наполнение легких и которые мы должны изучить далее, является наиболее важной в организме, особенно когда мы только что говорили о кровообращении, от которого, однако, было бы мало пользы, если бы кровь не могла окисляться; но мы можем, по крайней мере, сказать, что ее важность невозможно переоценить, настолько далеко идущие последствия.

Легкие, как мы описали их выше, представляют собой пару тонких перепончатых мешочков, соединенных трубкой, трахеей, с пищеварительным каналом, из которого они первоначально отпочковались. Они разделены, хотя нам нет необходимости описывать это подробно, на огромное количество маленьких отсеков, чтобы обеспечить максимальную площадь в отведенном им пространстве, и в целом чем-то напоминают виноградную гроздь, стебли которой являются ответвлениями трахеи. Мембранные части пронизаны эластичной сетью, обволакивающей отделения таким образом, что это навсегда придало бы им сходство с гроздью изюма, а не винограда, если бы они не были заключены в герметичную коробку - грудную клетку, — от стенок которой они не могут сжиматься, не создавая вакуума. Однако из-за последнего расположения и того, что трахея открыта внешнему миру, они всегда более или менее наполнены воздухом.

Грудная клетка, которую они, таким образом, всегда должны точно заполнять, представляет собой коробку конической формы, ее стенки - ребра, а дно - мышечный слой, известный как диафрагма. Он содержит, помимо легких, только сердце и крупные кровеносные сосуды. Следовательно, проблема втягивания воздуха в легкие и (после того, как произошел газообмен, описанный в [Эссе II, раздел IV.](#)) повторного его выдыхания сводится исключительно к увеличению или уменьшению вместимости грудной клетки. ([Смотрите диаграмму 34.](#)) Это может быть сделано двумя способами: диаметр ребер можно увеличить, или диафрагму можно потянуть вниз, увеличивая ее глубину. На самом деле, оба этих метода работают вместе. [Диаграмма 35](#), вероятно, даст лучшее представление о том, как это делается, чем можно было бы легко передать словесным описанием. Здесь предпринята попытка показать действие ребер и диафрагмы — сначала каждого в отдельности, затем обоих вместе взятых. Эластичность самих легких достаточна для вытеснения приливного воздуха, если диафрагма и мышцы ребер расслаблены, хотя при затрудненном дыхании мышечные движения могут давить на ребра, а сокращение мышц брюшного пресса заставляет диафрагму подниматься.

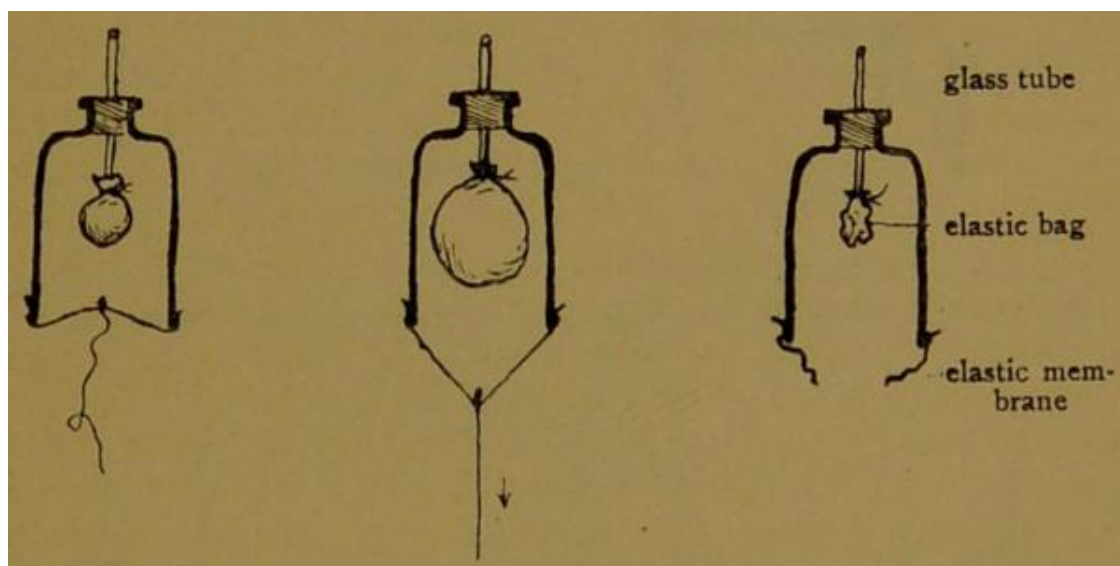


Диаграмма 34.—Модель (адаптированная Резерфордом), показывающая, как легкие наполняются воздухом при изменении размера грудной клетки.

Но хотя основной целью поднятия ребер и сжатия диафрагмы может быть наполнение легких, его вторичное влияние на туловище в целом едва ли менее важно. Это оказывает глубокое воздействие на кровообращение. Отделения легких окружены бесчисленными капиллярными кровеносными сосудами, и, поскольку они расположены вокруг и между ними в полости грудной клетки, они должны при вдохе подвергаться отрицательному давлению перед самим легким и первыми испытывать положительное давление при выдыхании воздуха. Здесь, опять же, диаграмма является лучшим объяснением. ([Смотрите диаграмму 36.](#))

Более того, поражаются не только сосуды легких. Читатель, внимательно изучивший [диаграмму 13](#), должно быть, был поражен особенностями кровообращения через селезенку, кишечник и печень и препятствиями, которые это повторяющееся разрушение на мелкие сосуды должно создавать для тока крови, как описано в [разделе V. этого эссе](#).

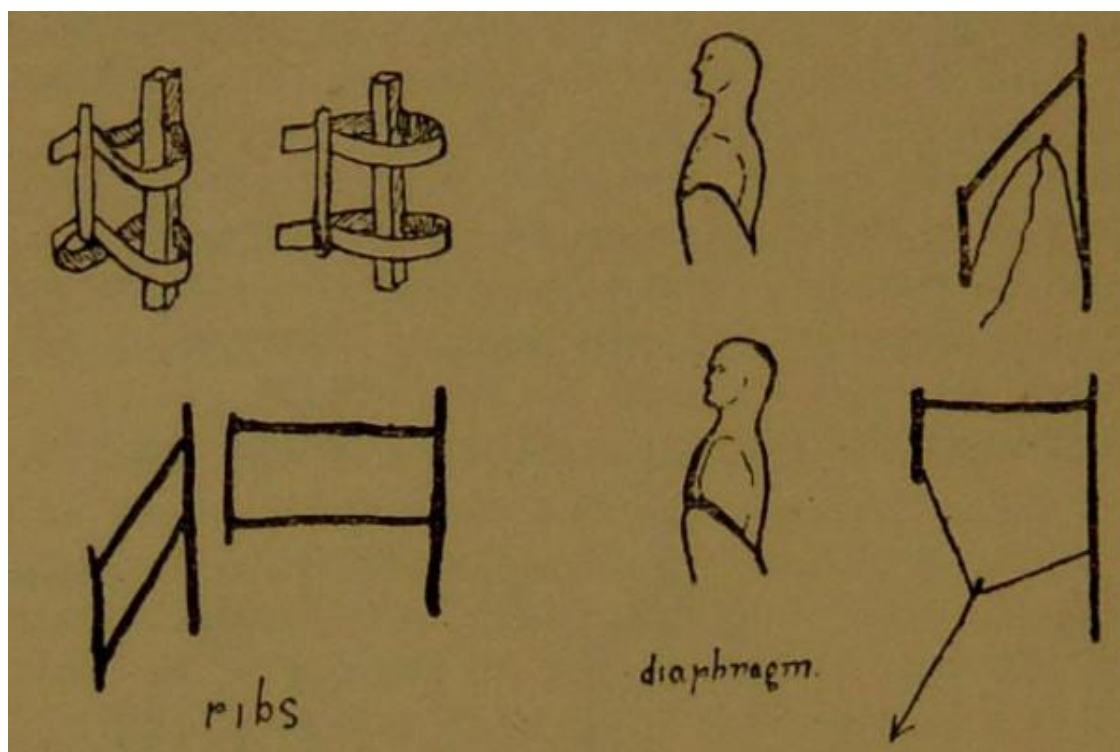


Диаграмма 35. — Показано, как увеличивается вместимость грудной клетки за счет поднятия ребер и сжатия диафрагмы.

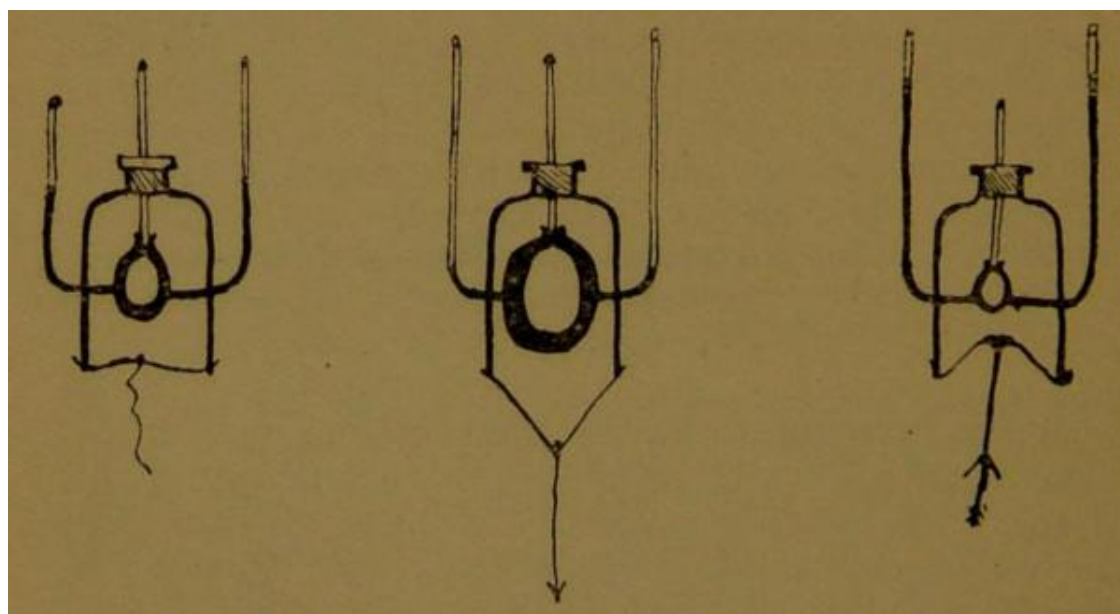


Диаграмма 36. Модель для демонстрации влияния движений грудной клетки на легочное кровообращение.

Печень составляет суть ситуации. ([Смотрите диаграмму 37.](#)) Вена, по которой кровь поступает из кишечника и селезенки, разбита на мелкие капилляры для прохождения через этот орган, и давление в этой вене чрезвычайно низкое. Как поддерживать достаточно быстрый кровоток? Ответ на эту загадку лучше всего дает [диаграмма 38](#), на которой показано, как из-за сокращения диафрагмы при каждом вдохе крупные вены, впадающие в сердце, подвергаются

воздействию отрицательного давления, которое выталкивает кровь из печени, в то время как одновременно этот орган сдавливается и содержащаяся в нем кровь вытесняется. Очевидно, что этот естественный насос влияет не только на ток крови, но и на ток лимфы, и то, что было сказано о печеночных сосудах, также относится и к грудному протоку, по которому проходит лимфа, богатая жиром, всасываемым из кишечника, для опорожнения в крупные вены около сердца. Таким образом, хотя энергия в работе диафрагмы более благоприятна для здоровья, чем необходима для жизни, глубокое дыхание является важным фактором благополучия тела.

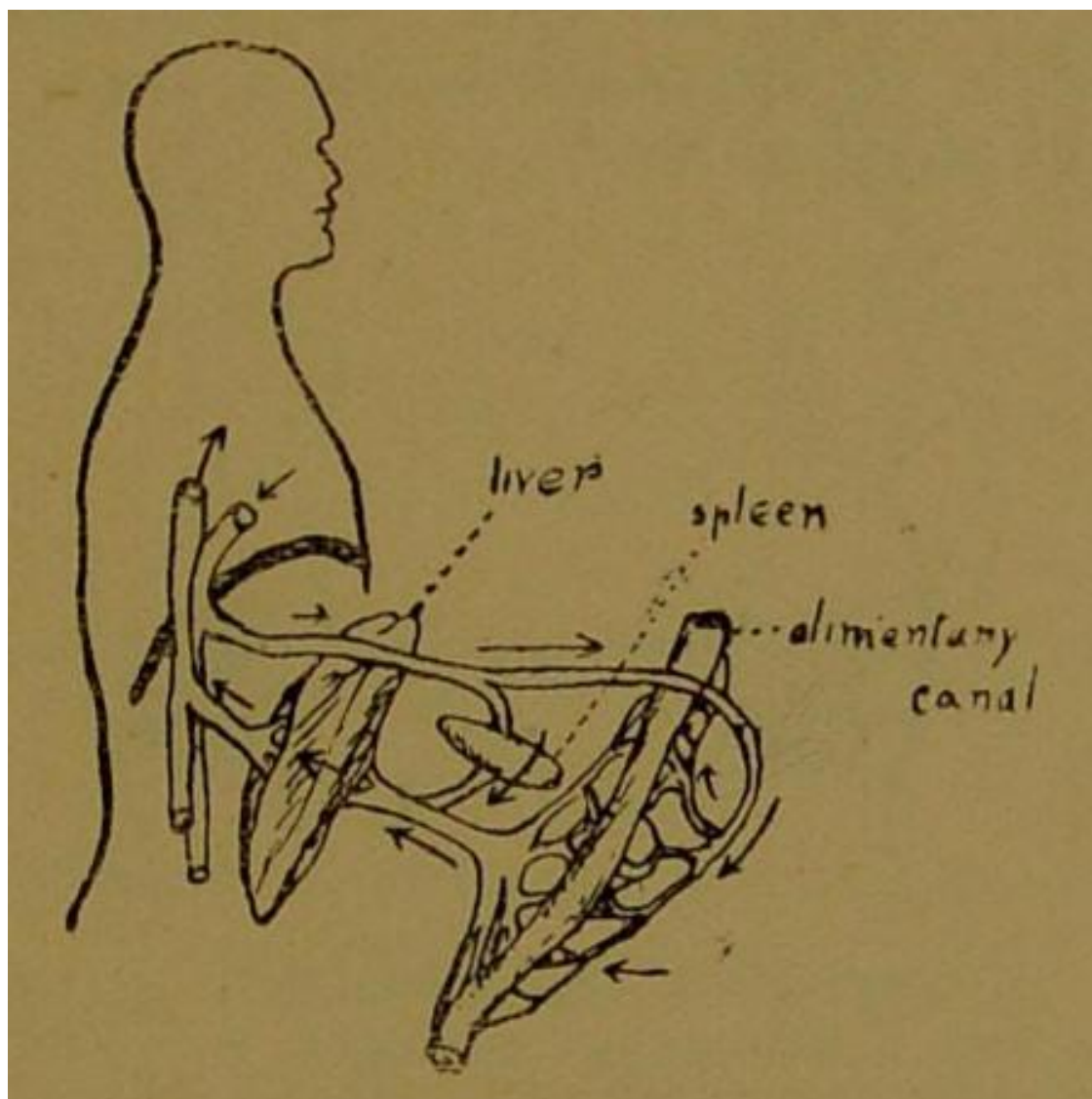


Диаграмма 37.—Схематический вид кровообращения в органах, на которые давит диафрагма при опускании.

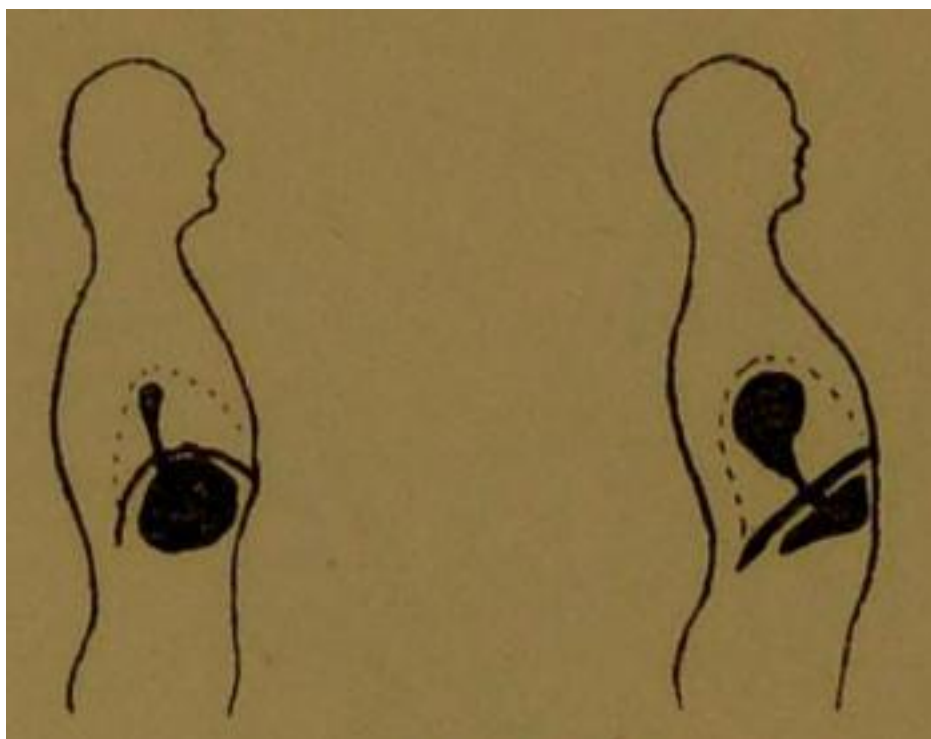


Диаграмма 38. — Иллюстрирующая влияние диафрагмы на кровообращение во внутренних органах.

VII.

Все описанные выше движения абсолютно необходимы для продолжения жизни; более того, они не зависят от усилий воли. Но остается еще один вид движения, без которого тело, предоставленное самому себе, умерло бы. Это движение конечностей — органов, с помощью которых организм способен перемещаться из одного места в другое, захватывать пищу и доставлять ее через рот в желудок — одним словом, удовлетворять свои химические и физические потребности.

Чтобы понять, как работают конечности, требуется знание их анатомии, для чего у нас здесь нет ни времени, ни пространства; но принцип во всем заключается в системе рычагов, костей, приводимых в действие произвольными мышцами. Здесь, как и прежде, вероятно, будет найдена диаграмма, передающая больше, чем когда-либо можно было выразить словами. (Смотрите диаграмму 39.)

Диаграмма представляет очень приблизительно, но, как мы надеемся, очень ясно, основной принцип работы локтевого сустава; но для точного представления о механизме сустава и сравнительной нагрузке на каждую мышцу, а следовательно, и ее силе, читателю следует обратиться к какой-нибудь работе по анатомии. Если он продолжит читать описание руки, он обнаружит, какой замечательной точности, сложности и объема движений можно добиться с помощью различных вариантов этого простого устройства.

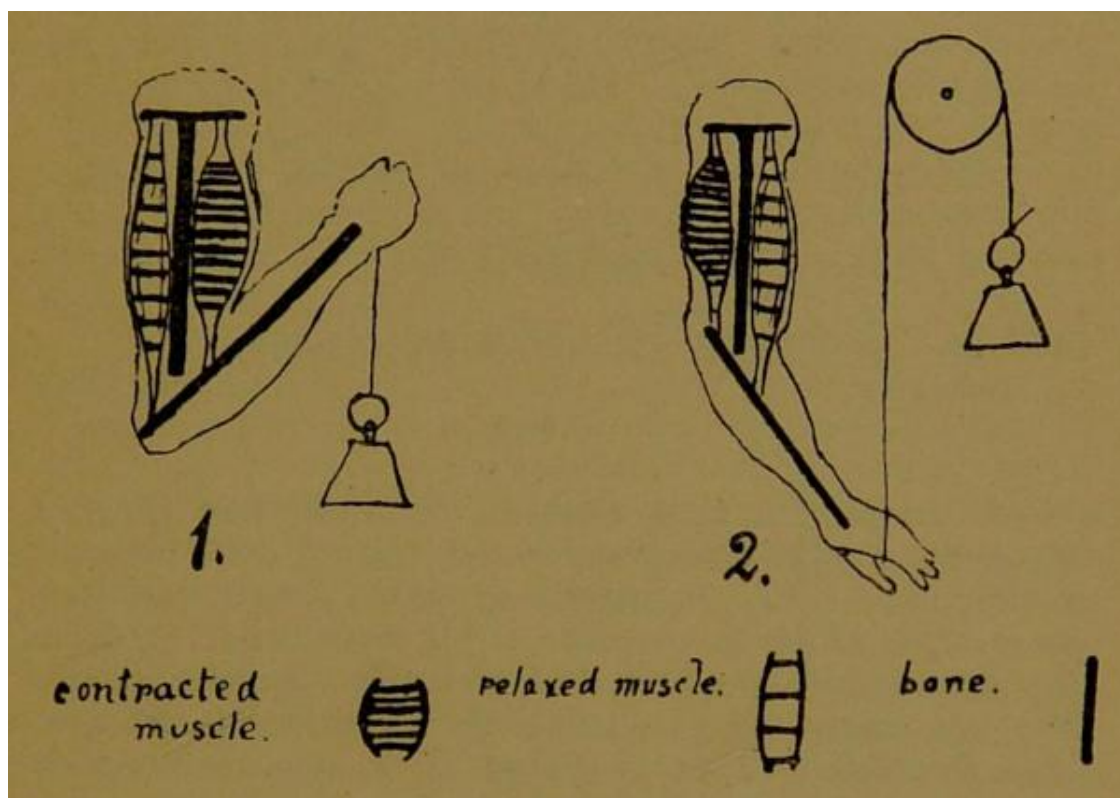


Схема 39.—Схема рычага.

1, Подъем; 2, нажатие.

Здесь, однако, мы должны оставить изучение способа и цели телесных движений и перейти к исследованию гораздо более сложного вопроса о том, как они возникают и контролируются.

СОЧИНЕНИЕ IV. НЕРВНАЯ СИСТЕМА.

Я.

Теперь возникает последняя проблема. Протоплазма образует структуру, которая всегда меняется, всегда восполняет свои отходы химическим воздействием на сырье, всегда захватывает сырье или ищет его, всегда, когда оно существует в больших количествах, и поэтому труд распределяется между многими клетками, экономично распределяя работу и добычу. Как получается, что все действия, как химические, так и физические, огромного количества клеток, составляющих большой организм, какими бы сложными они ни были, всегда гармоничны и всегда целенаправленно направлены на благо всего животного?

В первом эссе этой книги мы обсудили феномен жизни и кратко описали химические и физические особенности протоплазмы. В двух последующих статьях мы рассмотрим их более подробно; но есть одна характеристика этого интересного вещества, которую нам еще

предстоит изучить в специализированных клетках, а именно его чрезвычайная готовность реагировать на изменения в окружающей среде.

В [Эссе I](#) мы увидели, что химические агенты — свет, тепло, электричество и т.д. - Оказывают определенное воздействие на протоплазму, и что, хотя они могут влиять на разные виды по-разному, эффект, тем не менее, неизменен; одним словом, реакция протоплазмы на обстоятельства происходит автоматически. Но самое замечательное в этом то, что реакция не ограничивается реально затронутой протоплазмой, а передается в ту, которая находится ближе всего к стимулируемой части, и снова передается той, что находится за ее пределами, так что волна возбуждения проходит по всей массе, не останавливаясь, пока не достигнет крайних пределов клетки. Он может даже выйти за их пределы и вызвать активность в соседних клетках. Поняв силу проводимости, можно легко увидеть, что определенные клетки, специализируясь в этом направлении и приспособлявая свою форму к потребностям организма, могут, выбрасывая длинные нити для достижения отдаленных частей, создать органическую систему телеграфии.

Органы, разработанные для управления телом, обязаны своим происхождением внешнему слою. ([См. Диаграмму 5.](#)) Этого следовало ожидать. Во [втором очерке](#), в котором мы говорили о химии тела, мы, конечно, затронули все три слоя, из которых построено тело; но главным образом наше внимание привлек самый внутренний слой, который так замечательно устроен как химическая лаборатория. В [третьем очерке](#) мы имели дело главным образом со средним слоем, который, как по своему положению, так и по объему, можно было предположить, является основой большинства двигательных органов. Теперь, когда мы подошли к органам восприятия и передачи впечатлений, вполне естественно ожидать, что они должны быть специализированы на клетках, уже находящихся в контакте с внешним миром, и которые, поскольку они образуют оболочку животного, должны пропускать через себя все раздражители, достигающие нижележащего двигательного слоя.

До сих пор мы не рассматривали достаточно подробно развитие органов, функции которых мы описывали, ни с точки зрения эмбриолога, ни с точки зрения эволюциониста. Мы также не потратили много времени на изучение их общей анатомии. С нервной системой мы должны поступить несколько иначе; ибо, чтобы понять, как могут выполняться ее высшие функции, они должны быть прослежены от их происхождения шаг за шагом, в то время как их сложность в значительной степени обусловлена структурой специальных органов.

Путь развития нервной системы показан на [диаграмме 5](#). Первоначально, без сомнения, клетки наружного слоя, когда последний был в своей простейшей форме — то есть толщиной всего в одну клетку, а не в несколько, как в нашей коже, — при любом воздействии непосредственно вызвали активность двигательных клеток, расположенных под ними. ([Смотрите диаграмму 40, рис. 1.](#)) Однако на [рис. 2](#) мы видим, что одна ячейка внешнего слоя становится специализированной. Он выбросил один отросток над поверхностью кожи, чтобы легче улавливать отпечатки, и направил другой вниз по телу, чтобы лучше их распределять. [Диаграмма 41, рис. 1](#) показана нервная клетка на следующем этапе. Принцип тот же, но клетка перемещается в более безопасное место. На [фиг. 2](#) он вообще не подвергается воздействию внешнего мира, но, получая импульсы из вторых рук от нескольких клеток, одна и та же работа выполняется с большей экономией и единообразием. Некоторые особые органы чувств все еще развиты таким образом.

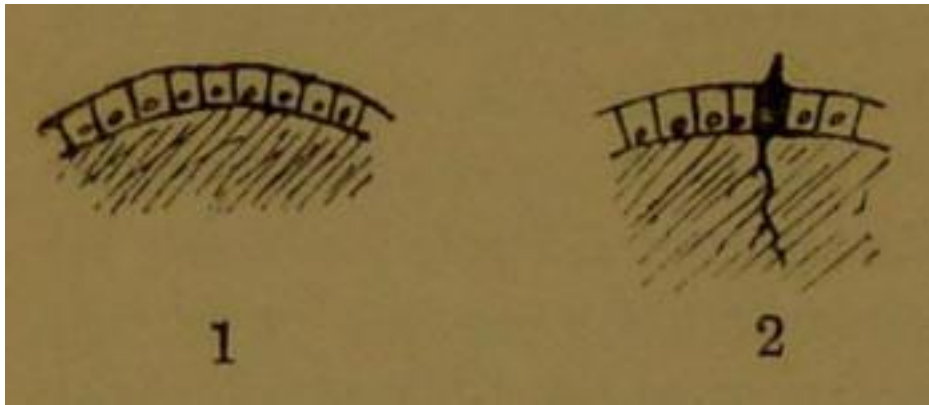


Диаграмма 40.— Показано происхождение нервной клетки.

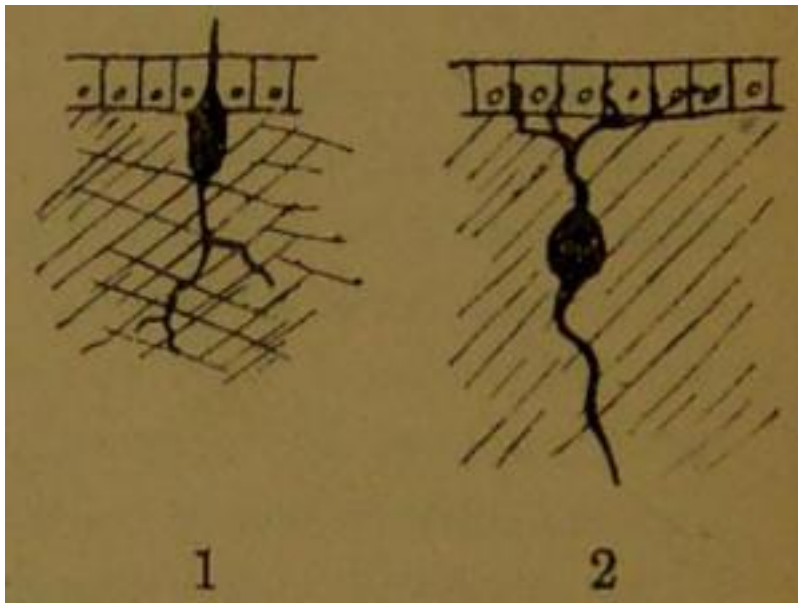


Диаграмма 41.— Показано развитие нервной клетки.

Как только нервная клетка развивается и безопасно перемещается внутрь тела, она покрывается защитным войлоком из соединительной ткани, а нервные волокна также окружаются клетками соединительной ткани, которые выделяют вокруг себя жировую субстанцию, придающую нервам белый вид.

Такова нервная клетка, или посредник между миром и мышцами; но отсюда до гармоничного движения в теле со сложными органами, способными к разнообразным действиям, долгий шаг. Чтобы добиться точности и однородности во всем теле, все полученные впечатления должны быть собраны и сбалансированы, а стимулы, являющиеся правильным результатом этого уравнивания, должны передаваться мышцам, железам и т.д., активности которых требуют обстоятельства. Способ, которым клетки внешнего слоя замыкаются, образуя центральную нервную систему, показан на [диаграмме 5](#); но ее развитие будет лучше видно на рисунках [диаграммы 42](#).

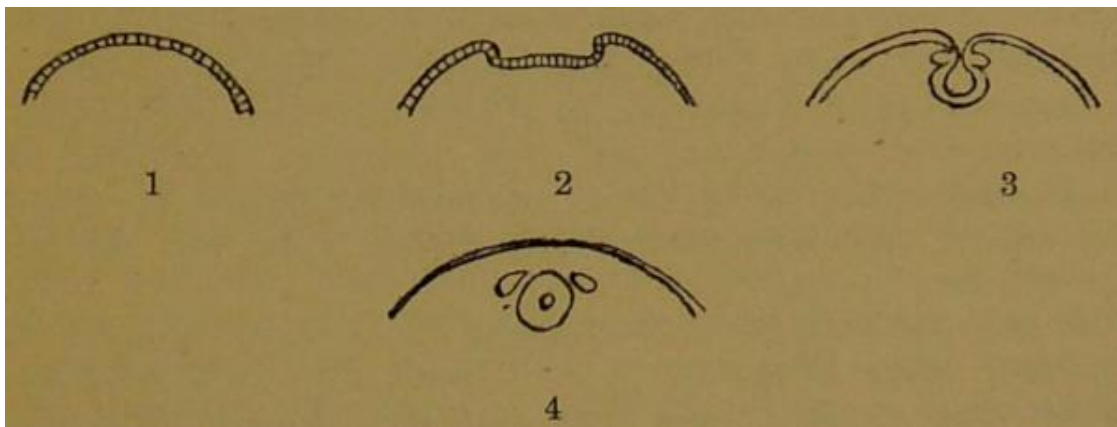


Диаграмма 42. — Для иллюстрации развития нервной системы.

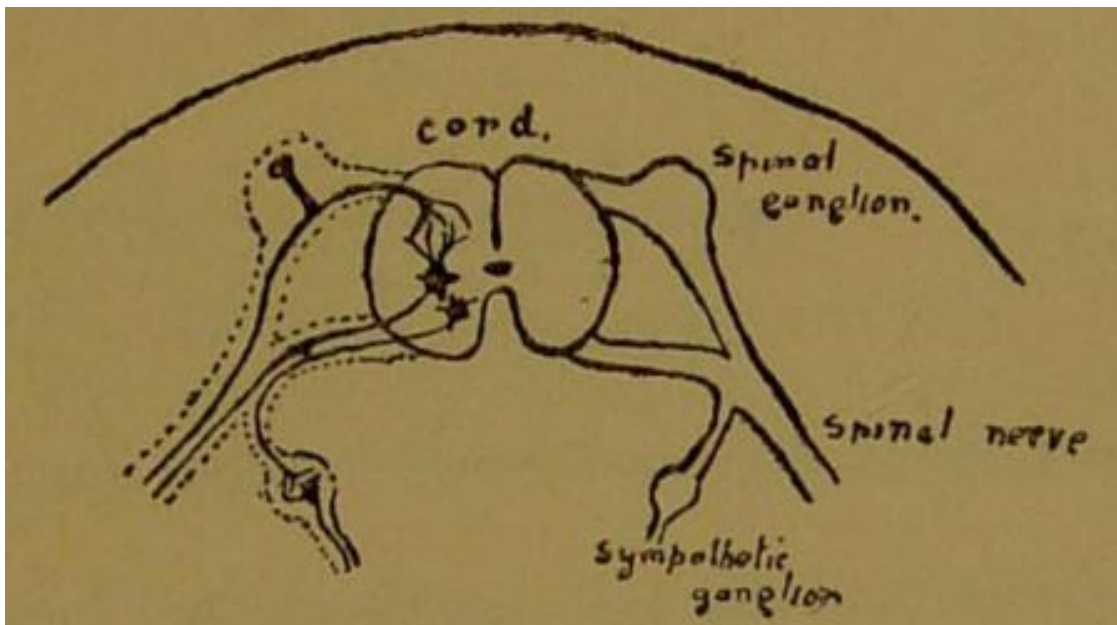


Диаграмма 43. Поперечный разрез спинного мозга, показывающий, как от него отходят нервы.

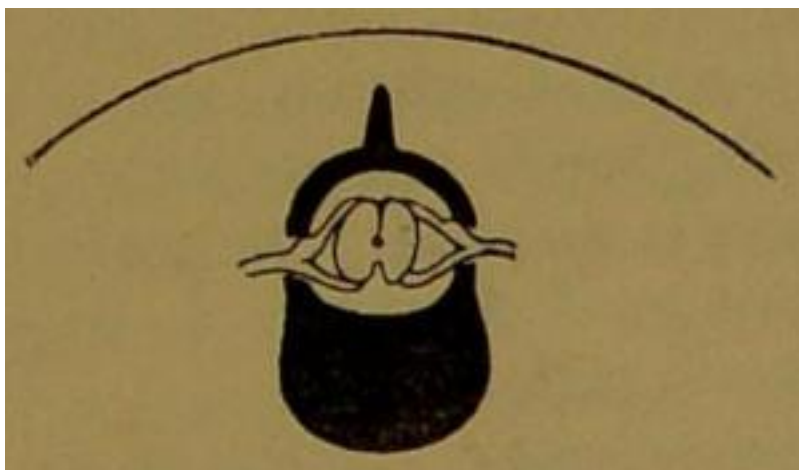


Диаграмма 44.

Эта диаграмма показывает, как определенные клетки внешнего слоя отпочковываются и переносятся в безопасное место внутри организма. В этом положении клетки развиваются дальше, выбрасывая одно длинное волокно, которое идет к какому-нибудь отдаленному органу тела, и короткие волокна, которые, хотя и не соединяются с волокнами других клеток и не становятся непрерывными, тесно переплетаются и связывают их. Они также отделены друг от друга соединительной тканью, которая поддерживает их, удерживая в подвешенном состоянии так, что только их волокна приближаются друг к другу (диаграмма 43). Диаграмма 44 показывает, как кость, заменяющая опорный стержень (см. Диаграмму 6), образует дугу вокруг войлока соединительной ткани, в котором подвешены нервные клетки, обеспечивая им дополнительную защиту.

На рисунках диаграммы 42, которые более полные, чем на диаграмме 5, можно заметить, что таких почек три — одна центральная и две боковые. Центральная почка превращается в трубку, идущую по всей длине животного, в то время как боковые почки образуют сплошные скопления или ганглии, расположенные парами с интервалами рядом с ней (см. Диаграмму 45). Волокна от этих ганглиев идут к коже и доставляют нервным клеткам информацию из внешнего мира, которую они должным образом передают клеткам центрального столба. Клетки центрального столба, приводимые в движение ганглиозными клетками, посылают импульсы к мышцам, сокращение которых необходимо для выполнения движения, на которое указывают обстоятельства. Движение, вызванное таким образом, называется рефлексорным.

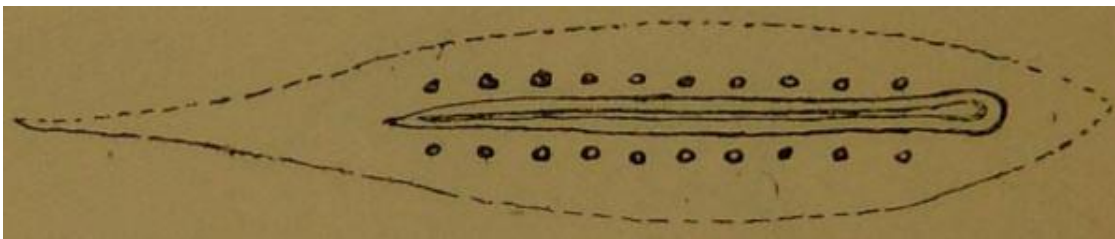


Диаграмма 45.—Центральная нервная трубка и ганглии.

Рефлекторные движения, однако, не самые простые. Например, пища перемещается по пищеварительному тракту за счет сокращения двух наборов мышечных волокон — внешней продольной оболочки и внутренней кольцевой. Между этими двумя слоями находятся некоторые нервные клетки, которые активизируются присутствием пищи и соединений железа в желчи, выделяемой печенью в пробирке. Эти симпатические клетки не посылают свои импульсы в какой-либо центр для исследования, а сразу же стимулируют мышечные волокна, между которыми они лежат, вызывая тем самым перистальтические движения, которые мы уже описали. Однако следует помнить, что, хотя эти клетки действуют независимо от центральной нервной системы, они находятся под ее контролем и при необходимости могут изменять свое действие в интересах организма в целом.

Для удобства нам лучше здесь указать основные виды нервных действий. Во-первых, это то, что мы можем назвать непосредственным нервным воздействием, подобным тому, которое мы только что описали; во-вторых, это рефлекторное действие, центры которого находятся в спинном мозге и основании головного мозга; и в-третьих, это произвольное движение, которое возникает в результате взаимодействия центров в полушарии головного мозга, где хранится самый сложный механизм из всех.

II.

О первом виде нам больше говорить не нужно. Пример перистальтического движения достаточно иллюстрирует это; поэтому мы можем сразу приступить к более тщательному изучению рефлекторных действий.

Простейший пример рефлекторного действия может быть взят из классной комнаты. Если мальчик внезапно втыкает булавку в ничего не подозревающего школьного товарища, тот неизменно вздрагивает и часто тоже издает восклицание. В этом случае о присутствии повреждающего фактора сообщается ближайшему двигательному центру, который находится в спинном мозге, и это автоматически приводит тело в конвульсии, отводя конечность от опасности.

Это рефлекторное движение; нервное волокно, которое сигнализирует о вредном воздействии, является продолжением, или фактически двумя продолжениями, клетки спинномозгового ганглия. (Смотрите диаграмму 46.) Ближний конец этого волокна, который входит в шнур, имеет несколько ответвлений. Некоторые проходят немного вверх по спинному мозгу, а некоторые немного вниз, чтобы взаимодействовать с несколькими двигательными клетками; но одна ветвь проходит прямо вверх по спинному мозгу и посылает сообщение в мозг. Наш разгневанный школьник вздрагивает за долю секунды до того, как осознает боль от укола, и эта первая реакция произвольна и неизменна; ощущение, однако, передается в его мозг, и работу этого замечательного органа не так легко предсказать. Это приводит к тому, что он оценивает агрессора, на основании чего решает, безопасно ли пытаться нанести ответный удар, и, если да, то в какой форме это будет наиболее эффективно и с наименьшей вероятностью привлечет внимание хозяина. Когда этот спорный момент решен, двигательные клетки головного мозга посылают сообщения двигательным клеткам различных частей спинного мозга, а те, в свою очередь, приводят в движение необходимые мышцы для нанесения скрытого удара ногой или прицеливания, чтобы брызнуть чернилами, в зависимости от обстоятельств. Это добровольное движение.



Диаграмма 46.—Эволюция клеток спинномозгового ганглия.

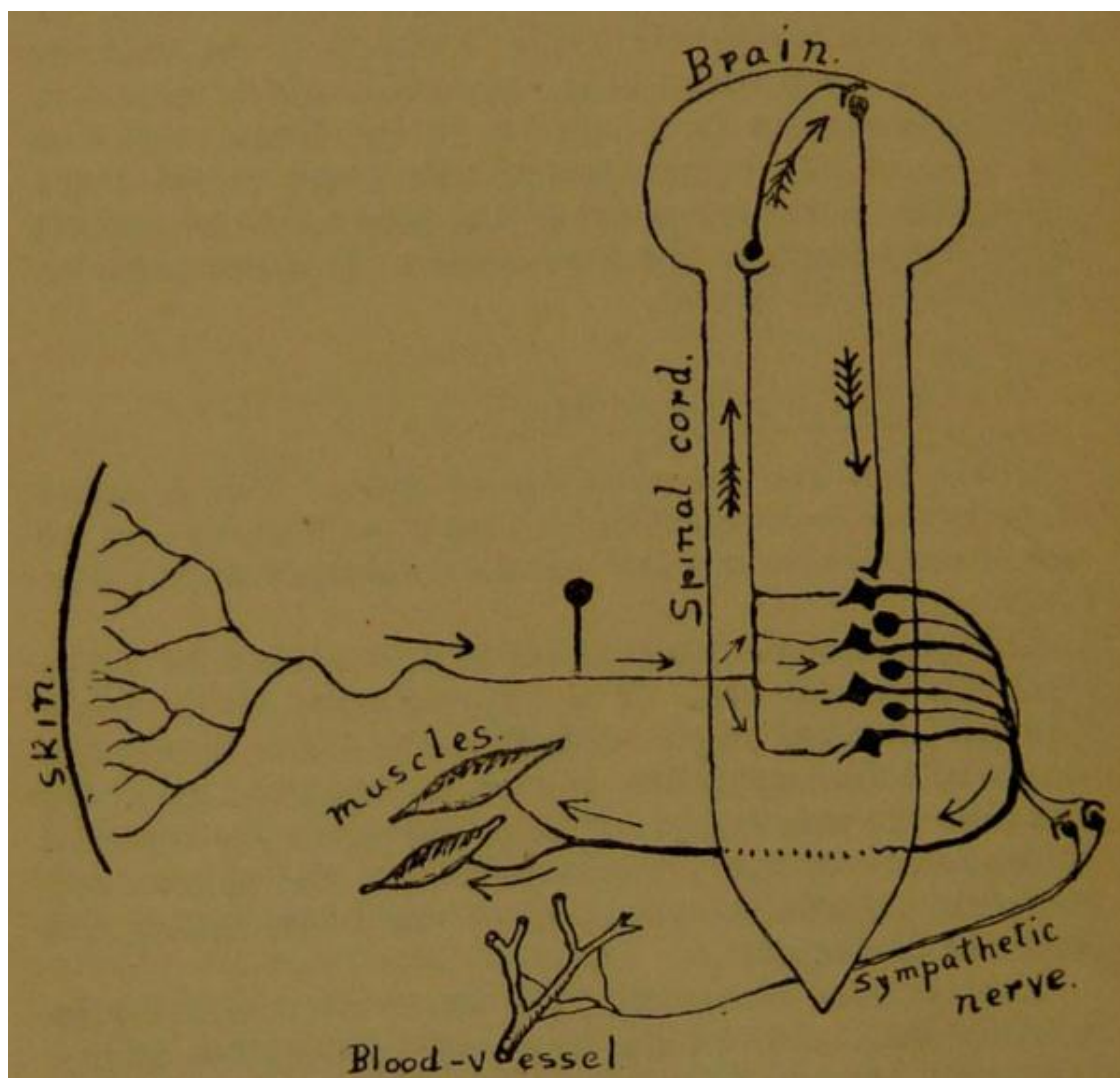


Диаграмма 47.—Схема Центральной нервной системы.

→ показывает путь, пройденный импульсом при рефлекторном действии.

→ показывает путь для добровольного действия.

Разница между рефлекторным и произвольным движением, как можно видеть из приведенных выше примеров, во многом зависит от степени; но нам лучше оставить сравнение между ними и любое обсуждение того, в какой степени проявления сознания являются автоматическими, до тех пор, пока мы не закончим описание рефлекторного движения и не изложим то небольшое, что мы знаем о произвольных движениях.

Время и пространство запрещают полный список рефлекторных движений. Однако ниже приведены несколько типичных примеров того, как тело автоматически заставляется выполнять те действия, которые необходимы, и как такие действия, которые не требуют обдумывания, осуществляются без нагрузки на интеллект.

Рефлекторным действием, которое является неприятно знакомым, является кашель, а также несколько похожее явление чихания. В этом случае инородное тело, которое закупоривает

дыхательное горло или вызывает раздражение слизистой оболочки, выстилающей нос, при попадании в спинной мозг немедленно выдувается взрывной волной воздуха из легких.

Орган, который является очень важным и в то же время очень чувствительным, а именно глаз, обладает множеством защитных рефлексов. Внешняя поверхность глаза покрыта очень нежной оболочкой, которую необходимо поддерживать влажной и скрупулезно чистой. Всякий раз, когда эта мембрана становится наименее сухой или на нее попадает какая-либо пыль, веки на мгновение закрываются, тем самым омывая ее секретом слезных желез. Я думаю, мало кто осознает, что они моргают глазами в среднем дважды в минуту. Глаза также закрываются совершенно непроизвольно, рефлекторно, когда им угрожает какая—либо опасность — например, внезапный ослепительный свет, сильный ветер или удар, направленный в лицо; и если в один из них попадает какое—либо постороннее вещество - скажем, муха, - секреция слезных желез чрезвычайно увеличивается, чтобы вымыть его.

Размер зрачка, опять же, изменяется совершенно непроизвольно, *то есть* рефлекторно, пропорционально силе света.

Рефлекторные действия, однако, ни в коем случае не являются исключительно защитными. Акт глотания является рефлекторным. То же самое происходит и с секрецией пищеварительных желез, когда слизистая оболочка желудка стимулируется присутствием пищи. Сам акт стояния зависит от рефлекторного принципа, тенденция тела сжиматься и падать бессознательно воспринимается и корректируется спинным мозгом. Ходьба также является рефлекторным действием. Могут возразить, что мы думаем о ходьбе и делаем это с намерением; но общеизвестно, что мы можем идти, "думая о чем-то другом", и того, как интеллектуальный, хотя и рассеянный человек натывается на людей, налетает на фонарные столбы, спотыкается о ступеньки и наступает на собак, достаточно, чтобы освободить орган мысли и намерения от какого-либо участия в этом действии.

Кровяное давление также регулируется автоматически, причем как диаметр кровеносных сосудов, так и частота сердечных сокращений находятся под рефлекторным контролем; и мы можем, в качестве последнего примера рефлекторного действия, описать одно из самых совершенных и милосердных изобретений Природы — обморок. Предположим, человек получает тяжелую рану — скажем, ему отрубают руку мечом, — шок в его организме вызывает немедленное расширение крупных кровеносных сосудов брюшной полости; это приводит к резкому падению кровяного давления, и сердце, обнаружив, что ему приходится преодолевать гораздо меньшее сопротивление, замедляет свои удары, так что вскоре ток крови действительно замедляется. Следовательно, она успевает закупорить рану, и человек не истекает кровью до смерти. Между прочим, слабого притока крови недостаточно для поддержания самого нежного органа тела, мозга, в его нормальном состоянии активности, и человек избавляется от боли, теряя сознание, которое проходит, когда сердце снова учащает свое биение. Возможно, нет необходимости отмечать, что обмороки не всегда и не только вызваны телесными повреждениями; они могут быть вызваны слабостью или другими причинами.

Теперь, если мы рассмотрим приведенные выше примеры, мы можем вывести из них несколько общих принципов. Во-первых, можно заметить, что рефлекторное действие вынуждает нас

выполнять движения, необходимые для нашего существования, нравится нам это или нет. Не нам решать, будем мы дышать или нет. Мы должны. Самый волевой человек, который когда-либо жил, каким бы философом он ни был, не смог бы совершить самоубийство, задержав дыхание, как хвастался Катон. Как только он потеряет сознание, предположим, ему удастся продержаться до этого момента, зараженная кровь, омывающая дыхательный центр, пробудит его к деятельности, и он начнет дышать заново. Опять же, примечательно, что многие из этих действий вряд ли могли быть выполнены добровольным усилием. Мы можем, в определенной степени, регулировать глубину и частоту своего дыхания, и мы можем моргать глазами добровольно; но обычный человек был бы в полной растерянности, что делать, если бы его попросили расширить и сузить зрачок глаза, увеличить секрецию желез желудка или изменить ритм сердца.

Общеизвестно, что некоторые рефлекторные действия могут быть изменены усилием воли; другими словами, импульс от клетки головного мозга предотвратит разрядку нервной клетки в спинном мозге. Но не менее известным фактом является то, что при непрерывной стимуляции импульсы накапливаются и в конечном итоге преодолевают это сопротивление. Большинство людей в то или иное время пытались побороть желание кашлять, вызванное ощущением першения в горле, и знают, что наступает момент, когда они больше не могут себя сдерживать. Это происходит потому, что накопленные раздражители из горла, достигнув большей силы, чем запрещающий импульс из мозга, успешно заставляют клетки спинного мозга разряжаться.

Наконец, рефлексам можно научиться. Когда маленький ребенок впервые пытается встать прямо, ощущение падения, несомненно, передается в мозг, и он думает о том, как можно сохранить вертикальное положение. Но только после многих экспериментов и неудач клетки мозга могут посылать сообщения нужным клеткам спинного мозга, и те приводят в движение необходимые мышцы. Опыт учит, что должно быть сделано, и постоянная практика в конечном итоге позволяет спинному мозгу действовать самостоятельно, не обращаясь за приказами к мозгу. По тому же принципу мы учимся ездить на велосипеде. Сначала мы должны посвятить все свое внимание поддержанию равновесия, но вскоре мы обнаруживаем, что делаем это, освободив свой ум для созерцания пейзажа.

То, что может быть сделано рефлекторным действием, можно оценить, только понаблюдав за животным, у которого был удален мозг. лягушка, которую лечили таким образом — следует сказать, что операция, выполняемая под наркозом, не может вызывать боли ни в данный момент, ни после, — будет жить неделями — фактически, почти бесконечно, — если будут приняты надлежащие меры предосторожности. Но это чистый и простой автомат. Если к нему не прикоснуться, он сидит абсолютно неподвижно. Если к нему прикоснуться, он прыгает один или два раза прямо вперед, невзирая на препятствия. Если поместить его в воду, он плавает, одинаково невзирая на препятствия. Если перевернуть его на спину, он немедленно принимает свое обычное положение. Если положить ему на спину небольшие щепки, он сбрасывает их ногой. Если стол, на котором он сидит, наклонить, он поползет вверх по склону, пока не достигнет уровня. Но он умрет от голода посреди изобилия, потеряв всю силу мысли, памяти и восприятия. При усердном кормлении вручную лягушка, рыба или птица долгое время будут жить без мозга, поскольку их репертуар движений невелик и в основном рефлекторен, а возможностей для обдуманных действий у них сравнительно немного. Но чем выше мы поднимаемся по жизненной лестнице, тем больше мозг берет на себя обязанности пуповины,

тем менее автоматическими становятся большее количество действий и, следовательно, тем более открыто поведение животного для моральной критики.

III.

Теперь мы увидели, как протоплазма существует в большом организме, разделяя жизненную работу специализированных клеток, и как она в целом реагирует на воздействия, оказываемые на нее окружающей средой. Следующая вещь, которую следует рассмотреть, - это то, как она расположена по отношению к материи, которая не является частью ее собственного тела; насколько защищена от остальной вселенной и как связана с ней.

Что касается первого, мы видели, что в отдельных клетках, составляющих одноклеточные организмы, всегда имеется ограничивающая мембрана более плотной текстуры, чем остальная протоплазма. По мере того как клетка развивает свои возможности, вокруг нее образуется оболочка из неживой материи с отверстиями для связи с внешним миром, и обеспечивается все более эффективная защита по мере того, как протоплазма, будь то в отдельной клетке или в организме, покидает воду и сталкивается с неблагоприятными условиями земной жизни.

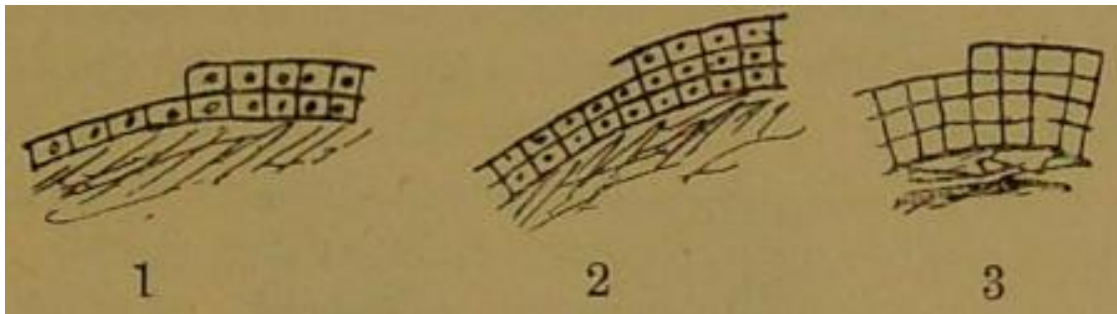


Диаграмма 48.—Показано формирование кожи.

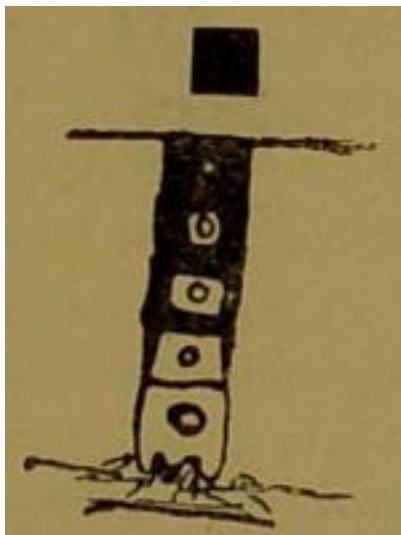


Диаграмма 49.—Структура кожи.

На схематическом изображении эмбриона (диаграмма 6) и других схемах, содержащихся в этом томе, кожа до сих пор представлялась состоящей из одного слоя живых клеток; но теперь мы должны признать, что кожа человека совершенно иная. Такое покрытие не защищало бы от

жары, холода или раздражающих химических веществ, в то время как, чтобы предотвратить его высыхание, его нужно было бы поддерживать влажным от слизи, и мы были бы очень похожи на лягушек. Для того чтобы обеспечить организму адекватную защиту, этот слой клеток делится по касательной, образуя два слоя. Затем внутренний из этих двух слоев снова разделяется по касательной, и между самым внутренним и первым образуется второй слой. Теперь оболочка состоит из трех слоев, и процесс повторяется до тех пор, пока толщина не достигнет нескольких слоев. (См. диаграмму 48.) Это самый внутренний и наиболее питаемый слой, который продолжает делиться; к другим слоям, когда они выталкиваются наружу, поступает лишь небольшое количество лимфы, которая просачивается между клетками, и в конечном итоге они лишаются даже этого. Однако по мере того, как их отталкивают от разделительного слоя, они начинают окружать себя роговой стенкой, которая утолщается и утолщается, пока в конце концов почти не остается клеток. (См. Диаграмму 49.) В конце концов клетки отмирают, и роговые оболочки образуют омертвевшую кутикулу, защищающую находящиеся под ней живые слои, и в конечном итоге отшелушиваются, когда их преемники готовы заменить их.

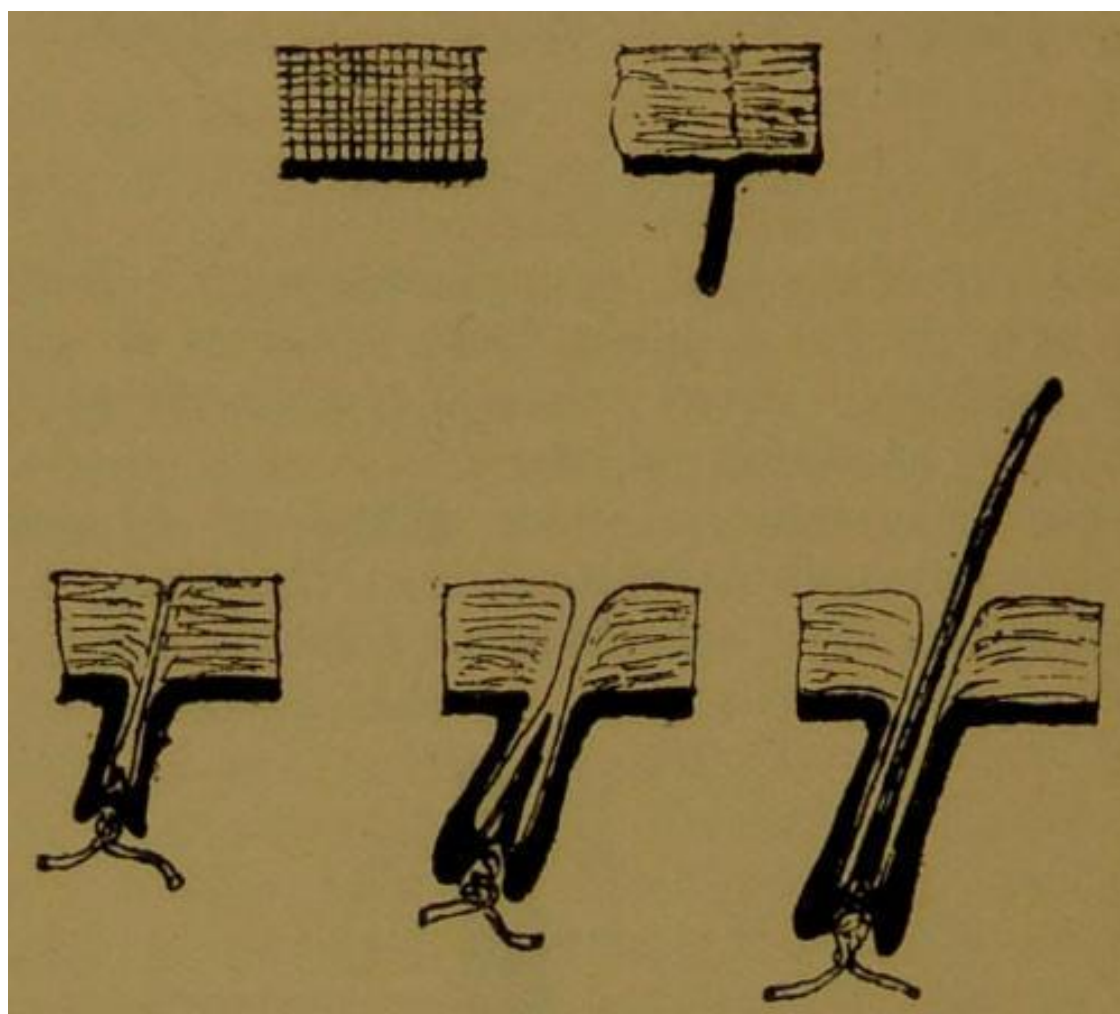


Диаграмма 50.—Показано развитие волос.

Однако даже роговой слой мертвых клеток не всегда является достаточной защитой, и растущему слою иногда приходится дополнять его волосами или перьями. Как развиваются волосы, показано на прилагаемой схеме (50). Растущий слой направляет прядь прямо вниз, в

соединительную ткань, которая образует основание кожи. Клетки в середине этой нити, которая ведет себя как обычная кожа, наименее хорошо питаются и, соответственно, отмирают и оставляют трубку. Эта трубка, если бы не происходило дальнейшего развития, могла бы превратиться в потовую железу; но если из нее вырастет волос, она приобретает чашеобразную форму у основания, охватывая небольшую петлю кровеносного сосуда. Клетки непосредственно над капилляром, получающие лучшее питание, чем остальные, растут быстрее, чем их соседи, и в результате столбик клеток, который мы знаем как волос, проталкивается вверх по трубке. ([Смотрите диаграмму 50.](#))

Этот внешний слой находится повсюду между основной массой тела и внешним миром. Волосы и потовые железы ни в коем случае не являются его единственными модификациями. Зубы образуются из нее примерно таким же образом, как волосы, в то время как мы уже видели, что она дает начало всей нервной системе.

Следующее, что мы должны рассмотреть, - это то, как знания о внешнем мире достигают центральной нервной системы. Ощущения прикосновения, температуры и боли довольно легко понять, поскольку нервы, передающие такие впечатления, имеют многочисленные окончания в коже. Конечные органы нервов в суставах и мышцах, несомненно, позволяют животному воспринимать и оценивать напряжение и сопротивление при перемещении или подъеме предметов. Но способностью воспринимать химические особенности вещей; свет, включающий формирование зрительных образов, которые мы называем зрением; звук; положение и равновесие, не может обладать вся поверхность тела. Принцип разделения труда распространяется как на задачу восприятия, так и на задачу движения; и клетки, обладающие свойством реагировать на свет, вибрацию, химическое раздражение и т.д., Группируются вместе, образуя особые органы, соединенные с центральной нервной системой специальными нервами.

Возможно, наиболее важным фактором, который может влиять на протоплазму, является химическая природа ее окружения; и в [первом эссе](#), посвященном общей природе протоплазмы, мы затронули способ, которым она притягивается к одним веществам и отталкивается другими.

В организме есть два набора клеток, которым поручено действовать за остальных в данном конкретном случае. Один набор расположен в мембране, выстилающей нос, через которую проходит воздух, которым мы дышим; и эти клетки исследуют наше газообразное окружение и предупреждают нас тем, что мы называем "запахом", подходит ли нам атмосфера или нам лучше поискать более чистую. Другой набор предназначен для исследования жидкостей. От них нас защищает наша кожа, и, поскольку мы ничего не впитываем через нее, она лишена возможности исследовать предметы, к которым прикасается. Но с нашей едой все по-другому; мы должны иметь возможность проверить это. Соответственно, у нас во рту есть Таможенники в виде небольших групп ячеек, которые сообщают о жидкостях и твердых веществах, увлажненных слюной, и позволяют животному отклонять вредные импортные товары. Таким образом, стимуляция небольшой части протоплазмы, составляющей организм, передается по всему организму и способна пробудить в нем необходимую реакцию.

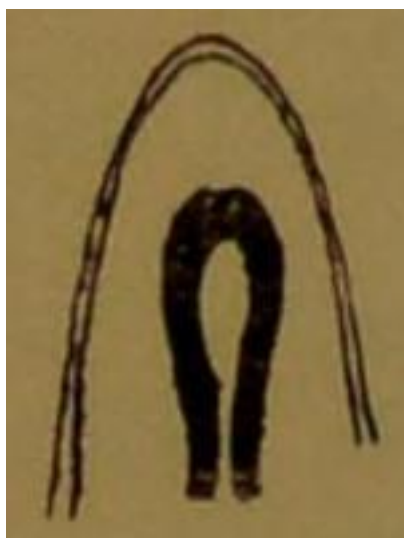


Диаграмма 51.

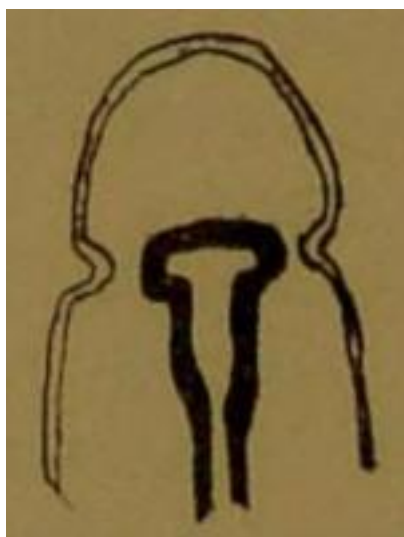


Диаграмма 52.

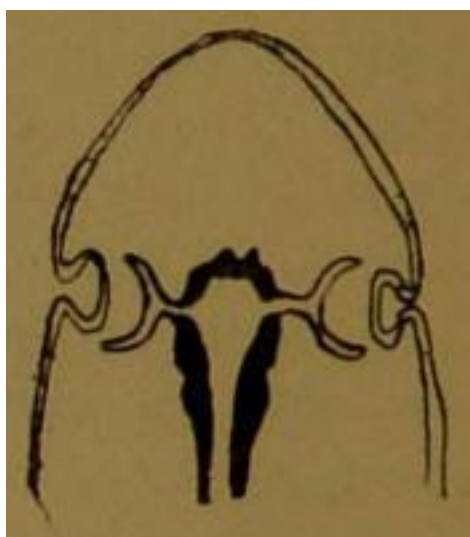


Диаграмма 53.

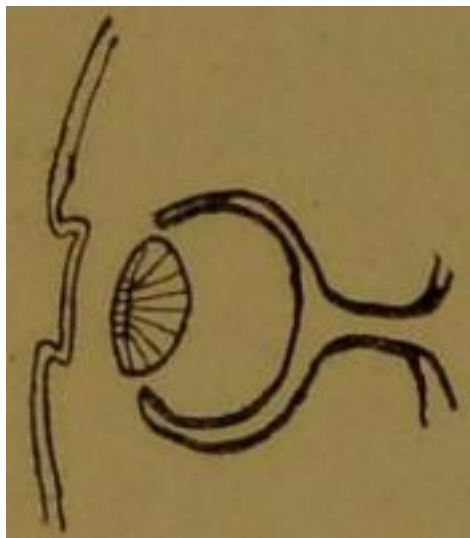


Диаграмма 54.

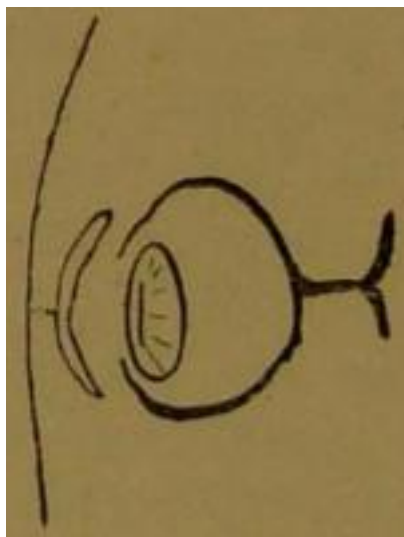


Диаграмма 55.

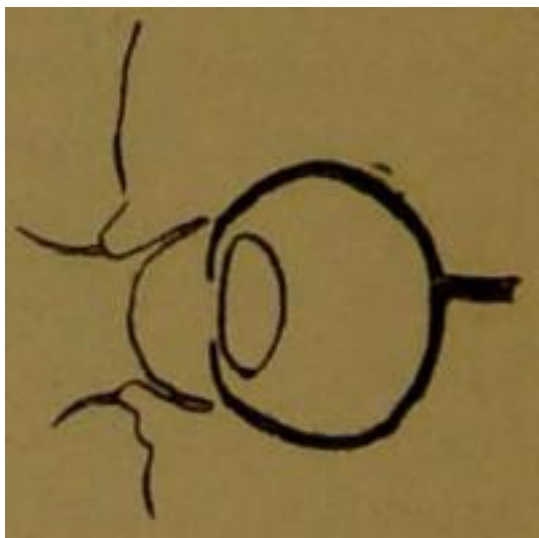


Диаграмма 56.

Вот и все о химических органах чувств; они сравнительно просты. Но между отдельной клеткой, которая всегда направляется навстречу лучу света, проходящему через воду, в которой она плавает, или всегда убегает от него, и животным с глазами, способными распознавать цвет, форму, размер и расстояние до объектов в пространстве, действительно, кажется, лежит огромная пропасть. Однако она не слишком широка, чтобы через нее можно было перекинуть мост.

После того, как пройдена одноклеточная стадия и у нас есть животные, состоящие из внутреннего слоя клеток, выполняющего пищеварительную функцию, и внешнего слоя, который является защитным, двигательным и сенсорным, способность воспринимать свет, несомненно, передается внешнему слою. Когда мы получаем животных, состоящих из трех слоев, прогрессирующих по прямому пути развития, ведущему к человеку, мы обнаруживаем, что внешний слой становится слишком непрозрачным для этой цели, и фонарик передается к сенсорной трубке, полученной из него. (Смотрите диаграмму 5.) По мере того как требуется все больше и больше защиты, кожа утолщается, и нервная трубка залегает глубже, как показано на диаграмме 51. Чтобы совсем не потерять свет, он должен выбрасывать бутоны, которые концентрируют в себе особую способность воспринимать его, и в то же время в коже прямо над ними образуются маленькие ямки, помогающие свету достигать их. (Смотрите диаграмму 52.) На диаграмме 53 как нервные элементы, так и покровные ткани развивают свои возможности; а на диаграмме 54 подготовлена большая поверхность для приема света и сформирована линза для фокусирования на ней лучей. На диаграммах 55 и 56 показаны заключительные этапы развития глаза: формирование роговицы и защищающих ее век. Обе полости заполнены прозрачной жидкостью, а все глазное яблоко поддерживается соединительной тканью.

Все, что связано с глазом, настолько увлекательно, что велик соблазн описать это подробно; но в книге, имеющей приблизительные очертания, и при рассмотрении многих важных вопросов, еще ожидающих своей очереди, мы должны ограничиться кратким упоминанием нескольких наиболее важных моментов, касающихся этого. Свет фокусируется объективом на нервной шторке сзади и создает там изображение, как в фотокамере. Таким образом, мы воспринимаем форму объектов. Различные лучи спектра воздействуют на различные элементы этой оболочки, или сетчатки, благодаря чему мы получаем ощущение цвета. Наконец, четкость изображения,

его размер, степень сближения двух глаз и усилие фокусировки — поскольку кривизна поверхности линзы может быть изменена — позволяют нам оценить размер и расстояние до объекта. А теперь, хотя потребовались бы тома, чтобы отдать должное физиологии зрения, мы должны перейти к столь же краткому рассмотрению функций этого не менее важного органа - уха.

Существенной частью уха является перепончатый мешок, образованный за счет уплотнения наружного слоя клеток — как показано на рис. 1, 2 и 3 [Диаграммы 57](#), — который располагается в костной полости под черепом и принимает несколько сложную форму, изображенную на рис. 4. У нас нет времени, да и для нашей цели в этом нет необходимости, проследивать все этапы развития уха, как внешнего, так и внутреннего, и нам не нужно тратить много времени на его строение, помимо указания его положения. Но его положение, которое показано на [диаграмме 58](#), необходимо запомнить, чтобы понять, как на него влияет звук.

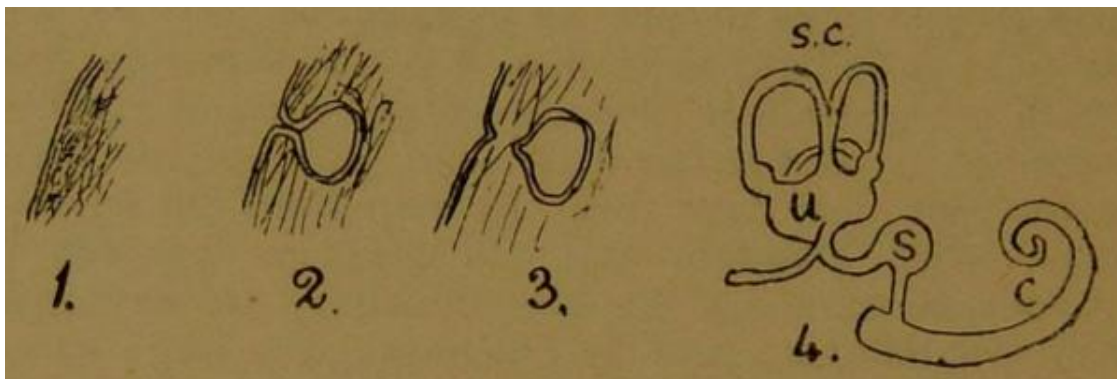


Диаграмма 57.— Показано развитие перепончатого лабиринта уха.

U - маточник; C - улитка; S - мешочек; S.C. - полукружные каналы.

Будет видно, что перепончатый мешок, который уместно назвать лабиринтом, расположен в костной полости, которая прилегает настолько плотно, что ее можно назвать костным лабиринтом (C). Перепончатый лабиринт заполнен жидкостью, называемой эндолимфой, а костный лабиринт (C) также заполнен жидкостью, называемой перилимфой, в которой плавает перепончатый мешок. Все это называется внутренним ухом. Внутреннее ухо сообщается со второй полостью — средним ухом (B) — двумя отверстиями в костной стенке, которые закрыты мембранами. Среднее ухо заполнено не жидкостью, а воздухом и отделено от наружного уха, полости, обозначенной как A, которая открыта для внешнего мира, другой мембраной, называемой барабанной перепонкой. Среднее ухо соединено трубкой с горлом, так что давление воздуха с обеих сторон барабанной перепонки может быть одинаковым.

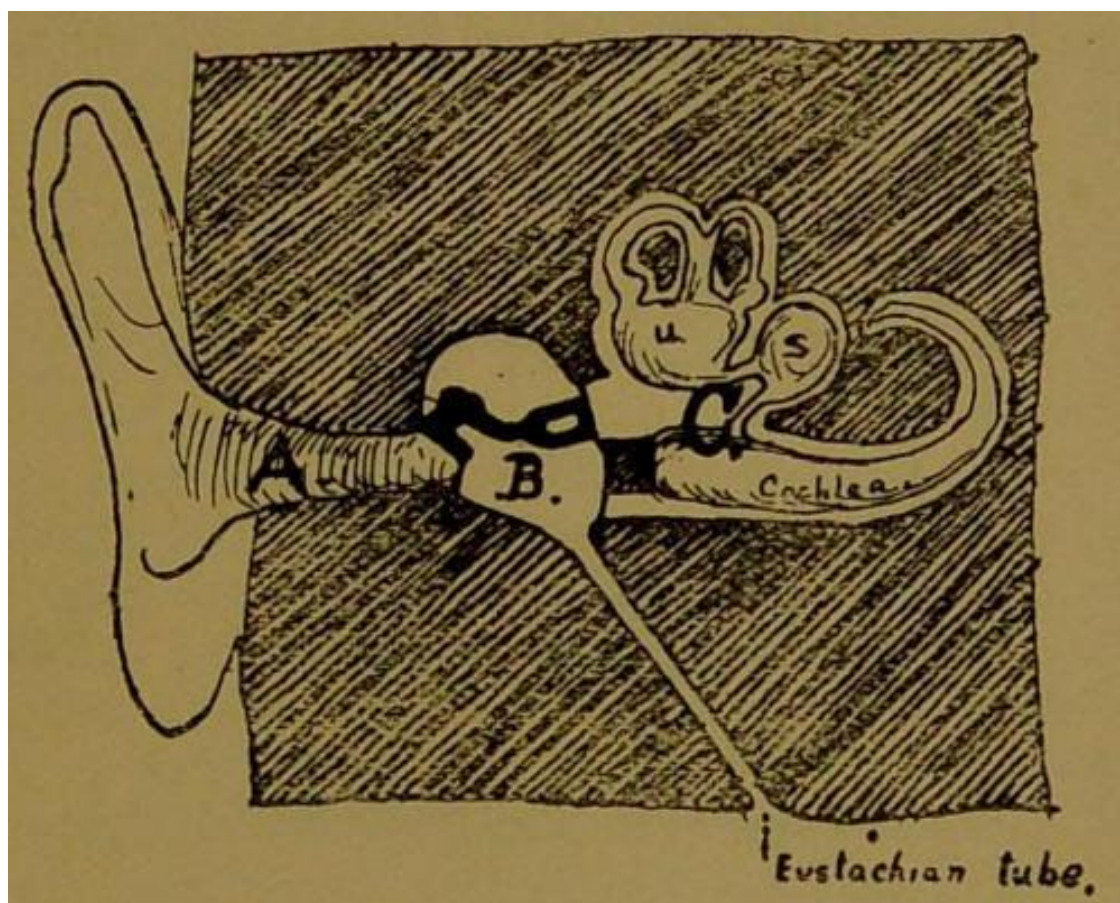


Диаграмма 58.—Показано положение уха.

А. - Наружное ухо; В. - среднее ухо; С. - внутреннее ухо.

Итак, цель этого устройства состоит в том, чтобы ухо могло выполнять одну из своих главных обязанностей, а именно восприятие звука. Звук, как читателю, несомненно, известно, передается по воздуху в виде волн конденсации и разрежения из-за качания взад-вперед его частиц; это напоминает движение по ухабу вдоль вереницы грузовиков на железной дороге, когда паровоз наезжает на последний, готовящийся к сцепке. Величину этого колебания мы воспринимаем как громкость, частоту - как высоту ноты. Теперь, когда звуковые волны ударяются о барабанную перепонку, они заставляют ее также вибрировать взад-вперед. Предположим, что среднего уха нет и звуковые волны бьют непосредственно в перепончатые окна внутреннего уха, их нельзя заставить вибрировать, поскольку за ними находится жидкость, а жидкости несжимаемы; итак, для того чтобы движения барабанной перепонки могли передаваться жидкостям внутреннего уха, они передаются через среднее ухо цепочкой маленьких косточек, благодаря которым их протяженность уменьшается, но их сила увеличивается и воздействует только на одно из двух отверстий. Следствием этого является то, что закрывающая его мембрана способна вибрировать и передавать вибрации жидкости внутри, поскольку при ее проталкивании мембрана, закрывающая другое отверстие, выталкивается наружу.

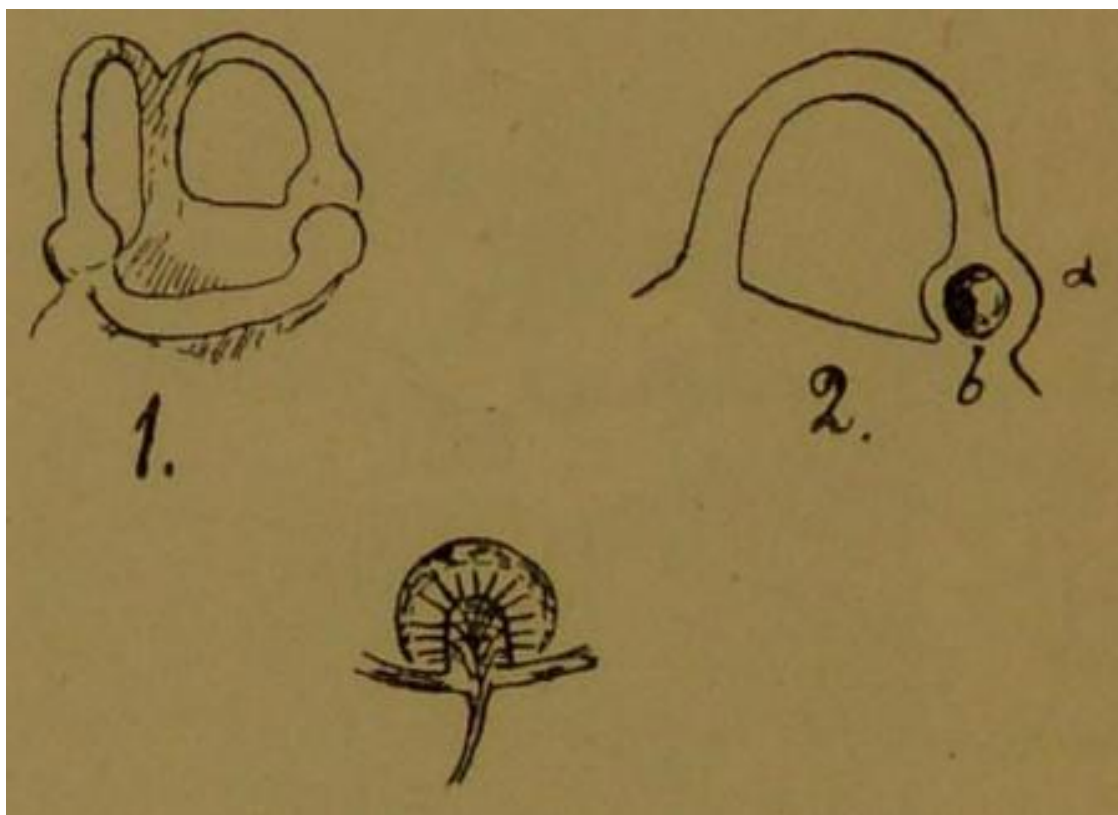


Диаграмма 59.— Полукружные каналы.

Мы не совсем знаем, как именно различные части перепончатого лабиринта влияют на наше восприятие звука. Создается впечатление, что разница давления в мешочке и мочевом пузыре первоначально передавала в мозг ощущение шума без какого-либо представления о качестве, в то время как улитка была развита позже для анализа звуков и передачи информации о высоте тона. Играет ли остальная часть лабиринта какую-либо роль в восприятии звука, мы не можем сказать с уверенностью; но кажется вполне очевидным, что улитка является органом для получения музыкальных впечатлений. Однако здесь мы опять в растерянности, поскольку не знаем с уверенностью, как действует улитка. По форме он представляет собой длинную трубку, а в головке свернут по спирали — на вид похож на раковину улитки. По всей его длине проходит гребень клеток с короткими волосками, выступающими с их внутренней поверхности в жидкость, которую он содержит; и к клеткам вдоль этого гребня распространяется ветвь слухового нерва. Но относительно того, реагирует ли одна из клеток вдоль этой клавиатуры на каждую из нот, которые мы можем различить, или же они затронуты как единое целое, физиологи пока не пришли к единому мнению.

По крайней мере, еще одну важную функцию выполняет ухо; оно сообщает нам, в каком положении мы находимся и как движется вся наша голова. На вершине мешочка, на [схеме 57, рис. 4](#), показаны три маленькие петли, которые называются полукружными каналами. Сами по себе они снова показаны более четко на [диаграмме 59](#).

На рис. 1 показано их положение относительно друг друга. Будет видно, что два из них вертикальные, причем их петли образуют прямой угол друг с другом, а что другой горизонтальный — фактически, они лежат в трех плоскостях пространства. Рис. На рис. 2 показано строение одного из них; у него есть выпуклость на одном конце (a) и выступающий в

него бугорок там, где к нему присоединяется нерв (*b*). На рис. 3 показан участок, проходящий через эту ручку, который дает ключ к использованию этих конструкций. Небольшая головка клеток выступает из стенки канала в его просвет, и из этих клеток вырастают волосы, образующие куполообразную оболочку из желе, утяжеленную, чтобы предотвратить ее слишком легкое перемещение, мелкими частицами извести. Теперь, если вы возьмете круглый сосуд, наполненный жидкостью — скажем, миску с золотыми рыбками, — и покрутите его, вы заметите, что, хотя миска и вращается, вода внутри не вытекает; рыбки остаются на прежнем месте. Если бы сбоку чаши торчал стержень, он, конечно, двигался бы вместе с ней, и если бы рыба встала у него на пути, она бы ударилась об него. Таков принцип работы полукружного канала. Ибо, если мы поворачиваем голову, трубка канала поворачивается, пропуская находящуюся в нем жидкость, которая, конечно, не движется, хотя кажется, что она течет в противоположном направлении. Следствием этого является то, что волосы на боковой стороне ручки в направлении, в котором перемещается головка, прижимаются куполом из желе, которое, плавая в жидкости, имеет тенденцию оставаться на месте. Нервы, стимулируемые таким образом, в целом сообщают животному о движении.

Эти маленькие органы очень важны для нас, хотя у нас есть глаза, которые корректируют наши представления о местоположении, и они еще более важны для рыб, которые мечутся и вертятся в широких просторах океана, а также для птиц и летучих мышей, которые кружат в воздухе. Однако бывают случаи, когда мы не склонны благословлять их; поскольку они достоверно сообщают человеку на борту о каждом крене и нырке корабля, именно они в основном ответственны за морскую болезнь.

И теперь, когда мы увидели, как устроено тело по отношению к внешнему миру; как оно эффективно защищено от своего окружения; как оно находится в контакте с ними; и кратко рассмотрели органы, с помощью которых оно проводит свои химические и физические исследования, смотрит в пространство и постоянно осведомлено о том, что в нем происходит, мы можем вернуться к средству, с помощью которого оно в целом реагирует на сообщенные таким образом стимулы — центральной нервной системе — и попытаться узнать, как вызывается правильная реакция.

IV.

В механизме тела нужно описать еще только одну вещь — связующее звено между двумя последними секциями. В последнем мы видели, как тело получает стимулы из внешнего мира; в предыдущем — что, когда эти стимулы достигают центрального нервного канала, это, в свою очередь, стимулирует органы выполнять такие движения, каких требуют обстоятельства. Следовательно, остается описать работу того канала, с помощью которого упорядочиваются и контролируются эти необходимые движения.

Теперь, говоря о рефлекторных действиях несколькими страницами ранее, мы сказали, что нервы, которые доставляют раздражители с периферии, распределяют их по нервному каналу к тем клеткам, деятельность которых, посылая новые раздражители мышцам, производит необходимые движения. Однако эти двигательные клетки в любом случае не разбросаны по спинному мозгу. Они собраны в кластеры, или ядра, как их иногда называют, и у каждого кластера есть особые обязанности — *т.е.* специальный орган для контроля. Таким образом, мы

говорим, что в центральной нервной системе есть центры — нервный центр для управления ногой; другой для работы с диафрагмой; еще один для мышц ребер; еще один для рук, кистей и т.д. И эти центры находятся в связи друг с другом, так что они не могут тянуться разными путями.

В первом примере рефлекторного действия, приведенном в [разделе II. из этого эссе](#) ощущение булавочного укола сначала было передано в центры, контролирующие поврежденную конечность, благодаря активности которых она была отведена от опасности. Но нерв, подавший предупреждение, который произвел это элементарное движение, распространил впечатление, что что-то не так, на высшие центры, так что все тело было вовлечено в защиту, лечение и месть за оскорбленный член; из чего могло бы показаться, что низшие центры находятся под контролем высших. И это именно тот случай. Если нам будет позволена метафора, есть капитаны десятков, которые находятся под руководством капитанов пятидесяти, а капитаны пятидесяти получают приказы от капитанов сотен. Нервный канал, способ формирования которого в виде простой трубки показан на диаграммах [5](#) и [42](#), следовательно, выполняет разные функции в разных частях, и это до такой степени, что возникает значительная дифференциация по объему и структуре.

Нервный канал можно грубо разделить на две части — сравнительно простую трубку, занимающую большую часть длины животного, содержащую множество центров, от которых нервы идут к органам, которыми они управляют; и сложное луковичное расширение на одном конце с утолщенными стенками, в котором находятся центры, контролирующие те, что находятся в спинном мозге, и, таким образом, управляющие не столько органами, сколько всем животным. Первый называется спинным мозгом, второй - головным.

Это разделение, которое мы все привыкли считать само собой разумеющимся, дает много пищи для размышлений. Зачем животному такой мозг, размещенный в голове? В самом деле, почему у него должна быть голова, если рассматривать этого члена как группу, состоящую из глаз, носа, рта, ушей и мозга? Рот дает нам ключ к разгадке; рот - важнейший орган, а все остальное - его принадлежности.

В [первом очерке](#) мы увидели, что основой жизни является химия, а во втором - что материалы, необходимые для химического действия, или пища, у высших животных должны поступать в пищеварительный тракт через отверстие, которое мы называем ртом. Следовательно, поскольку крайне важно, чтобы в него поступали только самые полезные вещества и чтобы все активно вредные были исключены, очевидно, что органы химического восприятия должны быть расположены по соседству с ним — органы обоняния, позволяющие рту находить пищу, и органы вкуса, помогающие в ее выборе. Поскольку, более того, наши скромные предки, рыбы, двигались буквально ртом в первую очередь, неудивительно обнаружить, что органы восприятия пространства, глаза, также расположены по соседству, особенно если учесть, что их пища часто имеет живой характер и требует точности движений, чтобы добыть ее. Неизбежным следствием такой группировки наиболее важных органов восприятия под передним концом нервного канала является то, что здесь он растет и развивается сильнее, чем где-либо еще по своей длине, и вскоре оказывается в состоянии диктовать условия остальным частям тела. Другая причина, по которой он должен развиваться, заключается в том, что он должен содержать центры для практического использования своих впечатлений, не только производя сложные движения челюстями, глазами и жабрами, но также управляя центрами в спинном мозге и инструктируя тело переносить рот туда, куда ему нужно.

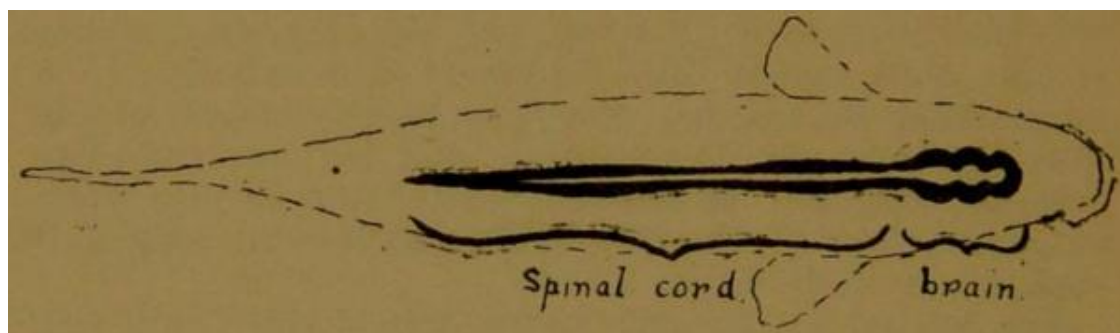


Диаграмма 60.—Показано первичное деление нервной трубки.

На предыдущей диаграмме (60) происхождение мозга показано как расширение конца нервного канала в луковицу с утолщенными стенками, которая местами уже сузилась, так что ее можно разделить на три части. Следующая диаграмма (61) призвана дать, каким бы грубым и схематичным способом она ни была, некоторое представление о направлениях, по которым продолжается разработка. Мы не показываем все или даже половину структур, из которых состоит мозг. Это было бы неуместно в книге, подобной этой. Далее, мы постараемся, насколько это возможно, говорить о мозге в общих чертах, избегая пятисложных убогих греческо-латинских названий, которыми ранние анатомы наделили почти каждый квадратный дюйм его вещества, и ограничимся настолько кратким изложением его функций, насколько это возможно сделать справедливо.

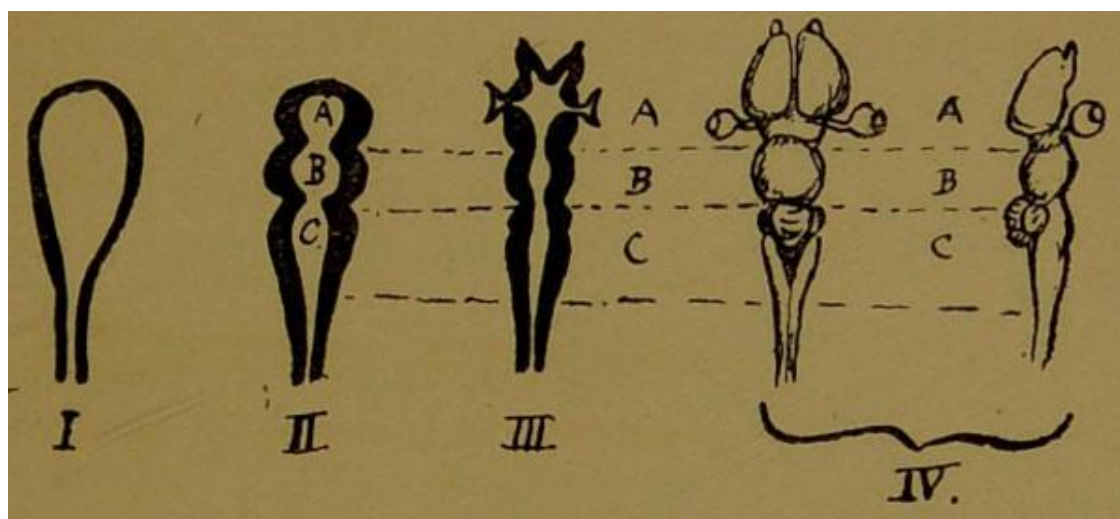


Диаграмма 61. — Дает приблизительное представление о том, как развит мозг.

При использовании этого метода необходимо обратить внимание на тот факт, что продолжают расти только передние из трех исходных луковиц (отмечены на схеме А) и самые задние (С). Средняя (В) остается сравнительно простой. Из передней доли вырастают почки, образующие глаза способом, который мы уже описали, а другие почки выдвигаются вперед, чтобы встретиться с нервами, идущими от носа. Последние даже на ранних стадиях, показанных на [диаграмме 61](#), достигли необычайных размеров; и когда мы проследим их дальше, мы обнаружим, что они становятся очень сложными и приобретают замечательные и неожиданные способности, учитывая их скромное происхождение. Странные изменения происходят и в

самой задней луковице. Она расщепляется сверху, так что содержащаяся в ней полость открыта, как блюдце, хотя и перекрыта трехлопастным органом, называемым мозжечком.

Следуя по спинному мозгу вверх, в головной, мы не ощущаем внезапной демаркационной линии, отделяющей одно от другого, а только увеличивающийся размер и сложность. Нижние отделы мозга посылают и принимают нервы во многом так же, как это делает спинной мозг; три пары идут к мышцам, которые вращают глаза; другие пары вызывают ощущения от лица и горла; другие контролируют мышцы лица, языка и горла. Но мозг отличается от спинного мозга тем, что он напрямую связан нервами не только с соседними частями, но также с отдаленными и более важными органами внутри тела — сердцем, легкими и т.д.; содержит группы клеток, к которым со всего тела через спинной мозг посылаются стимулы; и обладает центрами, которые контролируют центры, расположенные ниже в нервной системе. Следовательно, он не только получает и уравнивает стимулы со всего тела, но и, управляя центрами, которые руководят движениями тела, способен управлять телом в целом.

Задние отделы мозга, которые мы рассмотрим в первую очередь, не имеют никакой связи с сознанием или волевыми действиями. Они производят только рефлекторные движения, которые, однако, из-за богатства материала, с которым им приходится работать, удивительно сложны и далеко идущие.

Давайте возьмем несколько примеров. В самом заднем отделе мозга (С на диаграммах) находится центр, отвечающий за снабжение кислородом, важность которого мы видели в [эссе о жизненно важной химии](#). Этот центр улавливает, когда легкие наполняются газом, и вызывает их опорожнение; он улавливает, когда они пусты, и снова не позволяет им оставаться в таком состоянии слишком долго, прежде чем приказать вдохнуть; он отмечает качество воздуха, проходящего через нос, и он отмечает качество крови, которая омывает его собственные клетки. За состоянием крови, действительно, внимательно следят. Чрезмерное количество углекислого газа, недостаток кислорода, равномерная температура - все это оказывает влияние на ритм дыхания.

Рядом с дыхательным центром находится центр, контролирующий кровообращение. Но в [разделе о рефлекторных действиях](#), где был описан процесс потери сознания, было сказано достаточно, чтобы дать представление о роли, которую он играет в организме; поэтому здесь нас задерживать не нужно.

Однако мы не можем так кратко обойти стороной его соседа, центр температуры. Его методы не только представляют собой один из самых ярких и интересных примеров гармоничного регулирования с помощью рефлекторных действий, но и сам вопрос о температуре настолько важен, что мы должны несколько подробнее описать, как поддерживается температура тела на одном уровне.

Как мы уже говорили, обсуждая протоплазму в целом, на жизнь - то есть на изменения, постоянно происходящие в протоплазматическом веществе, — влияет температура: отдельная клетка становится менее активной при низкой температуре и умирает при высокой; таким образом, очевидно, что существует температура, при которой ее функции выполняются легче всего. Внутри тела все клетки поддерживаются при оптимальной для них температуре благодаря циркуляции крови; но абсолютная температура всего тела зависит от тепла, которое

вырабатывается внутри него в результате химического воздействия, и тепла, которое оно теряет или получает от окружающей среды. При нормальных условиях эта температура у человека составляет 98.4°F ., когда выработка тепла за счет собственного метаболизма уравнивается потерей тепла за счет излучения. Если, однако, атмосфера очень жаркая, в организме вырабатывается меньше тепла, общий метаболизм замедляется; и теряется больше тепла, поскольку в результате рефлекторного действия кожа покрывается потом и охлаждается за счет его испарения, а мелкие кровеносные сосуды под кожей расширяются, так что на поверхность выходит больше крови, и тем самым увеличивается вероятность ее охлаждения излучением. Если, с другой стороны, атмосфера прохладная, потеря тепла на поверхности сводится к минимуму за счет сужения кожных кровеносных сосудов и сдерживания потоотделения и последующего испарения; в то время как внутри организма вырабатывается больше тепла за счет усиленного метаболизма. Клетки, которые в основном отвечают за выработку тепла, находятся в мышцах; и когда требуется много тепла, их активность возрастает, причем не только в их общем тоне, но даже в виде видимого движения, которое мы описываем как дрожь. Таким образом, в разумных пределах, какой бы ни была температура окружающей среды, температура тела остается неизменной, и хотя мы можем повышать или понижать свою температуру, лежа в горячей или холодной ванне, рефлекторная регулировка потовых желез, кровеносных сосудов и мышц быстро приводит ее в норму, когда мы выныриваем.

Мимоходом упомянув о мозжечке, трехлопастном органе, показанном на [диаграмме 61](#) и вновь увиденном на более продвинутой стадии на [диаграмме 63](#), мы можем не обращать внимания на два мешающих отдела мозга.

Мозжечок расположен на восходящем пути волокон от спинного мозга к высшим центрам переднего мозга. Это несколько сложный орган, и его функции еще до конца не изучены. Физиологи старшего поколения придерживались весьма крайнего взгляда на его важность, приписывая ему, среди прочих романтических обязанностей, обеспечение жилища для души. Мы вряд ли можем согласиться с этим мнением на основании более поздних исследований. Мозжечок действительно, по-видимому, в основном отвечает за координацию действий мышц, особенно за поддержание равновесия при стоянии и ходьбе.

Наши знания о мозге в целом очень далеки от полноты. Мы хотели бы знать особую функцию каждой маленькой группы клеток, которую можно разглядеть под микроскопом, и пути прохождения всех волокон, соединяющих различные части нервной системы. Как бы то ни было, мы должны ждать со всем возможным терпением, пока они будут расследованы, и надеяться. Однако в немногих областях труд физиолога оказался более плодотворным и интересным, чем при изучении переднего мозга (А на диаграммах).

В более простой форме, как показано на [диаграмме 61, А](#) и [диаграмме 62, рис. 1, А](#), передний мозг примечателен тем, что он выбрасывает почки для двух наиболее важных органов чувств — зрения и обоняния. Как мы уже указывали, эти чувства настолько важны, особенно у наших скромных предков, что неудивительно, что впечатления от других чувств, поступающие из задних отделов мозга, можно сравнить с ними. Передний мозг, по сути, является своего рода конечным пунктом, куда доставляются все афферентные или поступающие стимулы, и откуда, поскольку информация принимается только для того, чтобы на нее можно было воздействовать, отдаются высшие приказы организму.

В переднем мозге имеются центры особого управления всеми двигательными органами; но по странному расположению главный корень мозга перегружен его собственным ответвлением, полушарием, или долей, которая дает начало обонятельному зародышу. Фактически, важность обоняния для животного, единственной целью жизни которого является поиск пищи, настолько велика, что вместо того, чтобы подчинять полушарие своему родителю, оно, по-видимому, берет на себя большую часть работы последнего, получая отчет о собранных им ощущениях и отдавая приказы по своей собственной инициативе. И все же, какой бы сложной ни была история этого отдела мозга, в конечном счете он становится средоточием сознания, посредством которого осуществляются ментальные процессы и откуда происходят все произвольные движения.

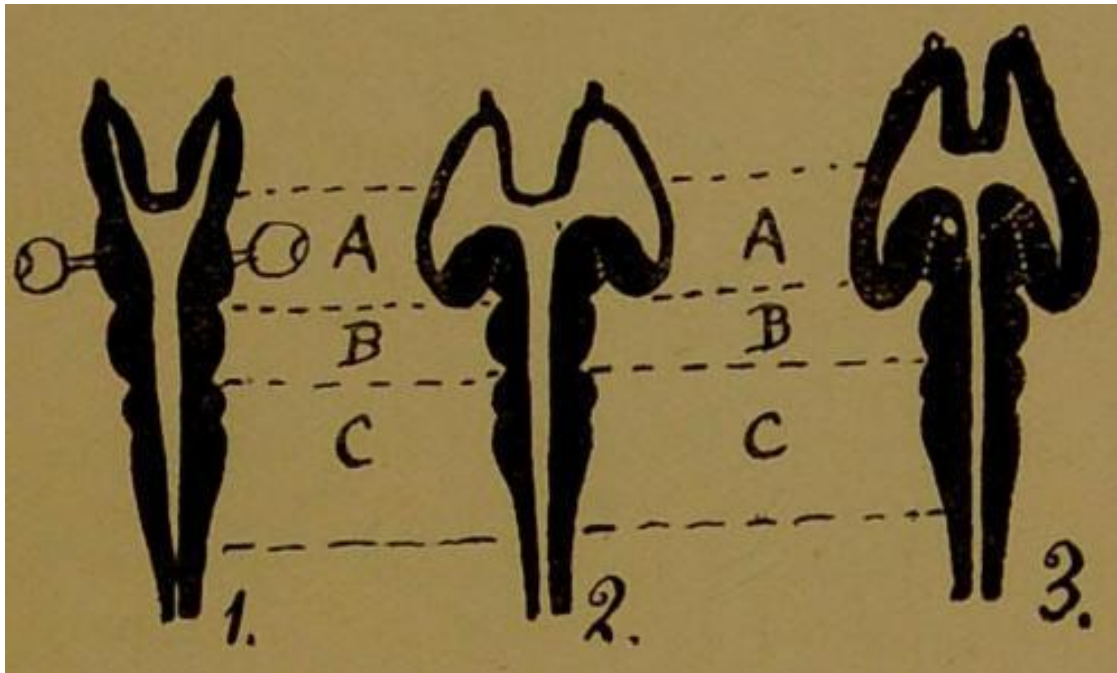


Диаграмма 62. — Показано, как полушария головного мозга развиваются из А, Передней луковицы Головного мозга.

Конечно, для того, чтобы сделать это, полушария должны значительно вырасти, и таким образом мы обнаруживаем, что они охватывают остальную часть переднего мозга и поглощают его как по структуре, так и по функциям. [Диаграмма 62](#) показывает, как это делается, в то время как [диаграмма 63](#) примерно показывает пропорции и положение, которых в конечном итоге достигают различные части мозга. Наконец, на [диаграмме 64](#), которая является несколько более реалистичной, но все же значительно упрощенной, представлен вид органа в голове.

Особенно примечателен размер полушарий головного мозга по сравнению с остальной частью мозга. Точно так же они стремятся еще больше увеличить свою поверхность, создавая на ней глубокие складки. (См. [диаграмму 64](#).) Эти две особенности меняются в зависимости от положения животного на шкале развития; у человека, который стоит выше всех по интеллекту и ловкости, полушария действительно очень большие по сравнению с другими органами и сплошь испещрены лабиринтом извилистых борозд. Другой примечательной особенностью является крайняя степень, до которой осуществляется специализация. Различные части тела

представлены, каждая небольшим участком коры, или поверхностным слоем, и мы знаем, в каком месте коры воспринимаются такие ощущения, как зрение и слух, и из какого именно маленького участка исходит импульс к движению каждой конечности. На прилагаемых диаграммах (65 и 66) эти области нанесены на карту, их местоположение определяется основными складками, которые действуют как ориентиры на поверхности полушария.

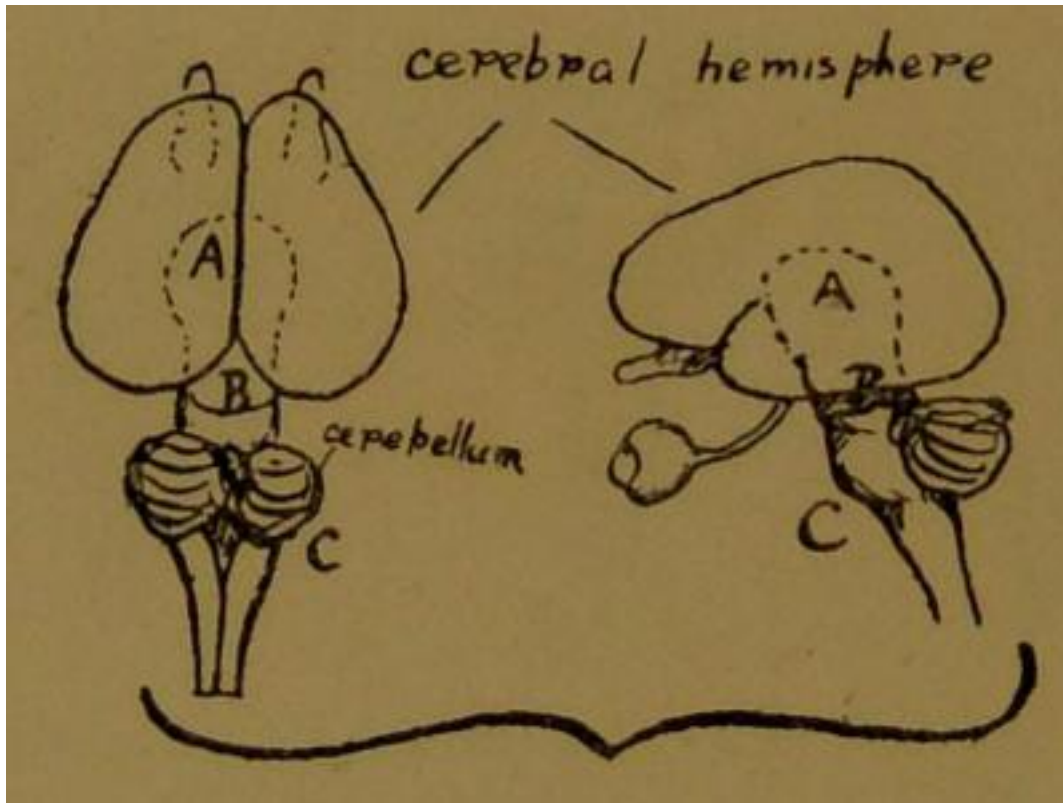


Диаграмма 63. Взаимосвязь различных частей мозга.

Есть еще один важный факт, который мы не должны упускать из виду, говоря об этой локализации: каждое полушарие управляет противоположной стороной тела. На ранних стадиях развития нервные волокна от глаза переходят к противоположной стороне мозга, и афферентные волокна из нижних частей тела, соответственно, должны последовать их примеру. Затем, поскольку эфферентные волокна — т.е. те, которые приводят мышцы в движение, — должны вызывать движения в ответ на полученную информацию, они также должны пересекаться, чтобы вернуться на сторону, с которой она поступила. Итак, если опухоль растет внутри головы с правой стороны, именно левый глаз становится незрячим или левая рука немеет и становится бессильной, в зависимости от того, на какую часть коры головного мозга оказывается давление.

Возможно, самая интересная часть всего тела — это небольшая полоска коры головного мозга, идущая вверх от виска к макушке головы, в которой (ср. Диаграммы 64, 65 и 66) расположены двигательные области конечностей и восприятие тех ощущений, которые мы сгруппировали вместе и назвали 'осознанием'. Мельчайшая структура этой области в общих чертах показана в разрезе на диаграмме 67, как она была разглядела под микроскопом; но показаны только несколько нервных клеток, за исключением соединительной ткани войлока, в которой они находятся, и кровеносных сосудов, которые их питают. Все представленные структуры, конечно,

очень, очень малы; большие черные пятна, представляющие клетки, действительно были бы невидимы, а все поле диаграммы - всего лишь пятнышко невооруженным глазом.

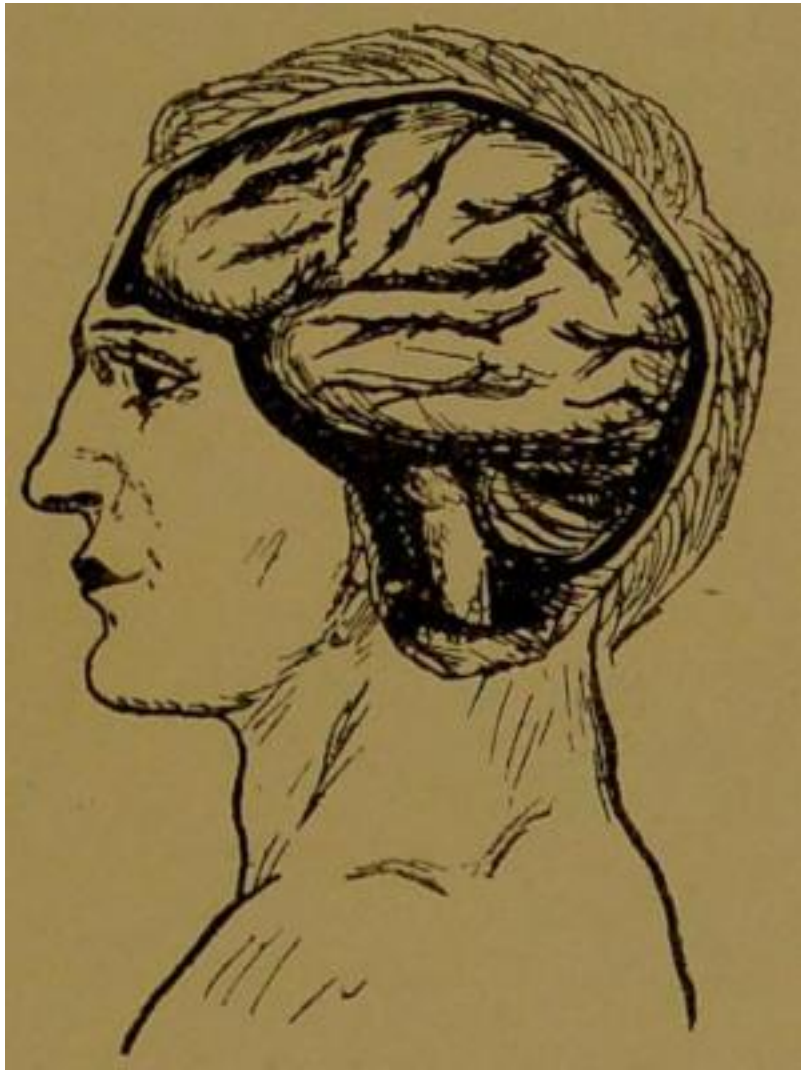


Диаграмма 64. Положение мозга в голове.

А представляет собой нерв, по которому передаются импульсы. Она поднимается прямо к поверхности коры, и там заканчиваются ее ветви, переплетающиеся с ветвями многоветвленной распределяющей клетки (В). Две ячейки (С и D) имеют форму пирамид, которые посылают вверх разветвленные отростки от своих вершин, получают импульс от распределяющей ячейки и передают его по волокну, идущему вниз от середины их основания. Куда идет волокно от меньшей клетки, мы точно не знаем — вероятно, в другую часть мозга для обеспечения гармоничной работы, — но большая пирамидальная клетка отправляет свое волокно прямо через нижние отделы мозга, минуя содержащиеся в них клеточные станции, в спинной мозг, пока не достигнет там центра, который немедленно приводит в действие какую-то конкретную конечность.

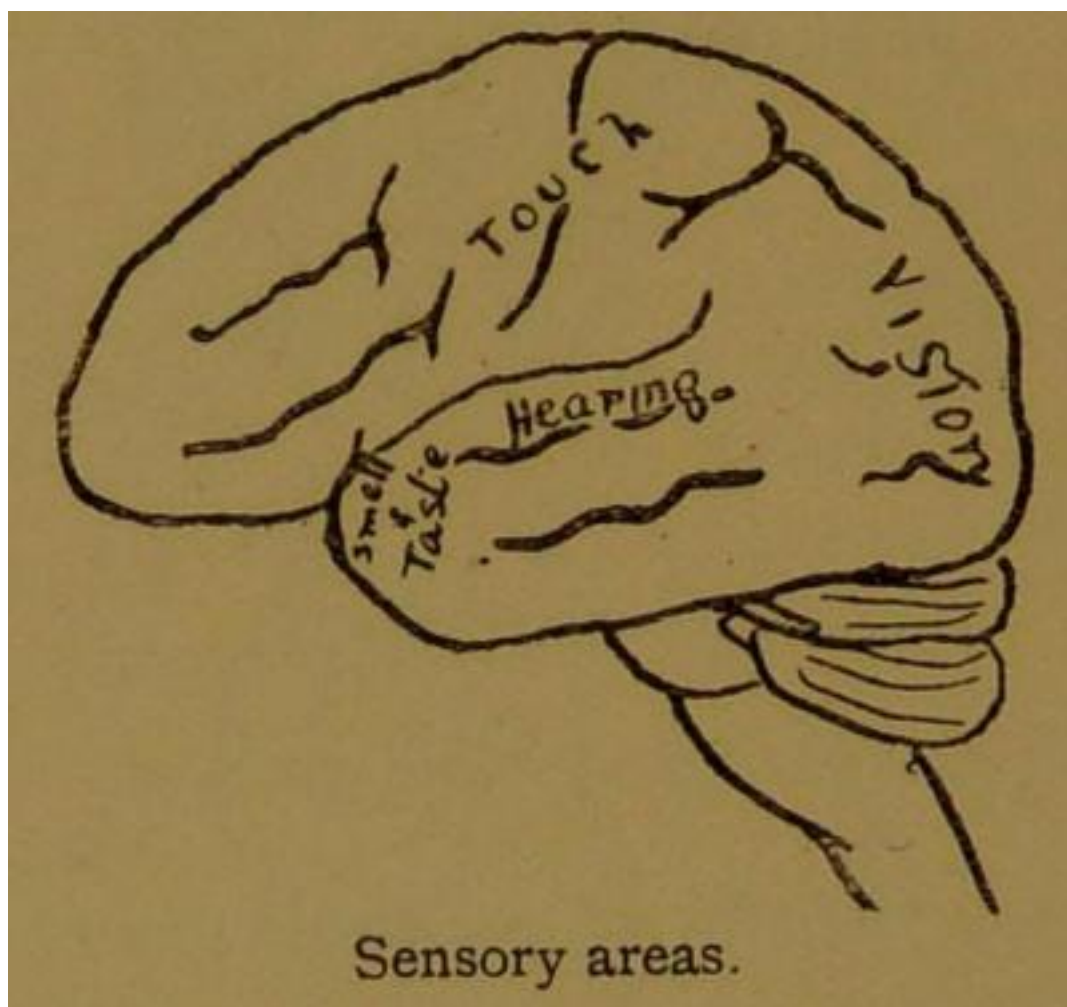


Диаграмма 65.— Карта полушария головного мозга, показывающая области, в которых локализованы различные функции.

Предположим, мы ввели кому-то наркоз, погружив его в глубокую бессознательность, а затем вскрыли его череп, обнажая мозг, как это сделано на [диаграмме 64](#), только не совсем таким массовым образом. Если бы мы затем стимулировали ту часть мозга, которую мы сейчас рассматриваем, в разных местах электрическими иглами, используя слабый индукционный ток, мы бы увидели, как он двигает разными членами в соответствии с различными областями, к которым прикасается — то рукой, то ногой, то всей головой. Если бы мы поместили электроды в центр кисти, а затем постепенно увеличивали силу тока, активность центра кисти привела бы к активизации других центров. Следующим движением была рука, поднимающая кисть к лицу. Затем глаза поворачивались, и вся голова встречалась с рукой. Наконец, открывался рот. Движения напоминают отправление чего—либо в рот - господствующая страсть, сильная в бессознательном состоянии.

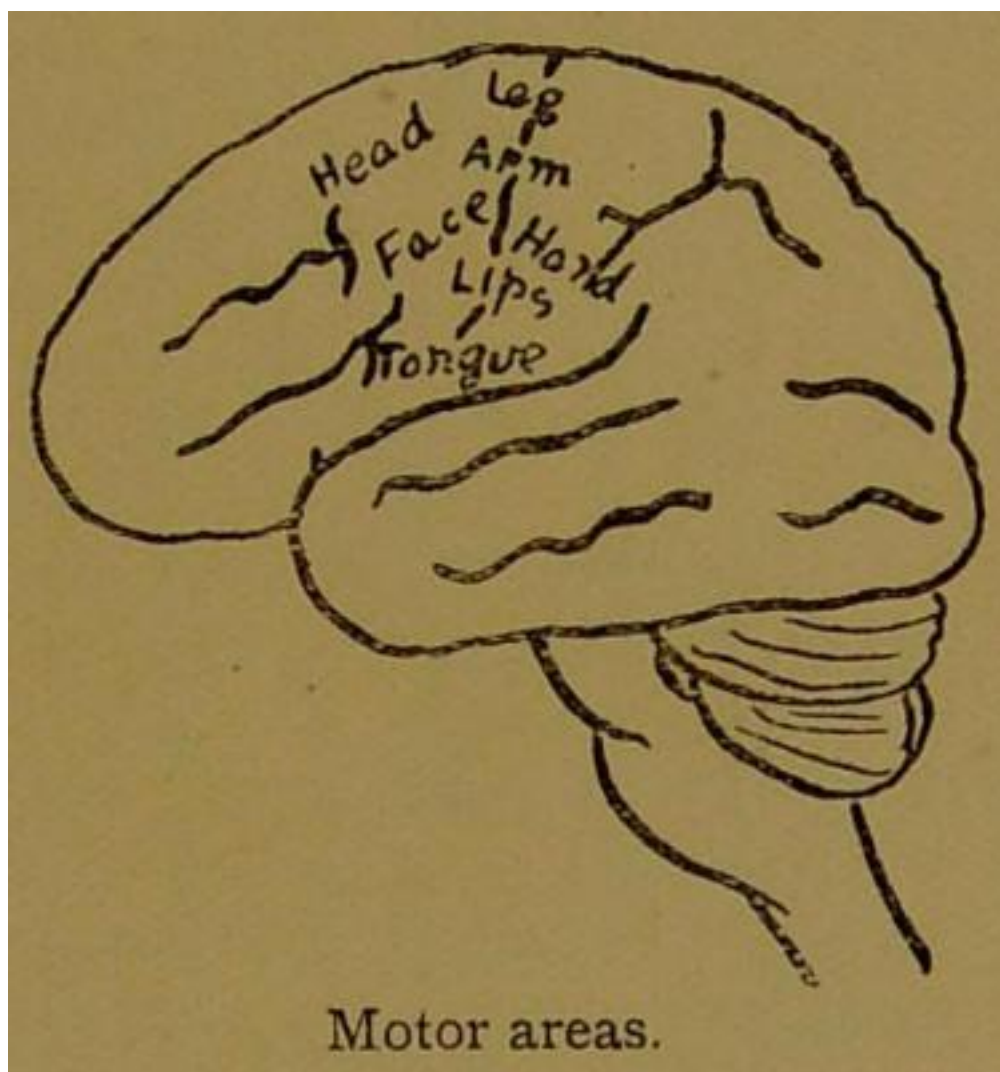


Диаграмма 66.— Карта полушария головного мозга, показывающая области, в которых локализованы различные функции.

Такие эксперименты, конечно, впервые проводились на животных, но они были полностью проверены на человеке. История о том, как это было сделано, однако, не является романом с мучеником или преступником для центральной фигуры. *Мерзкое тело* было предоставлено не волонтером, не похищено и не связано в темном подвале, а с ним обращались как с пациентом в просторных палатах больницы. По мере расширения знаний о мозге было обнаружено, что эпилепсия имеет корковое происхождение. Небольшой участок коры становится болезненным и сверхвозбудимым. Страдающий внезапно начинает остро осознавать один из своих членов — скажем, руку или ногу, — не потому, что с ним что-то не в порядке, а потому, что соответствующая область мозга болезненно активна, и он относит ощущение к той части, от которой к ней идут нервы. В следующий момент конечность начинает подергиваться, и возбуждение распространяется, как в описанном нами выше эксперименте, на другие центры, которые не больны, они тоже становятся болезненно активными, и все тело сотрясается в конвульсиях. Это заболевание, которое необходимо проверить как можно скорее. Хирург, соответственно, обнажает пораженную часть мозга, зная теперь, где искать; находит точное

пораженное место, воспроизводя первые судорожные подергивания с помощью электрической стимуляции, и устраняет источник проблемы.

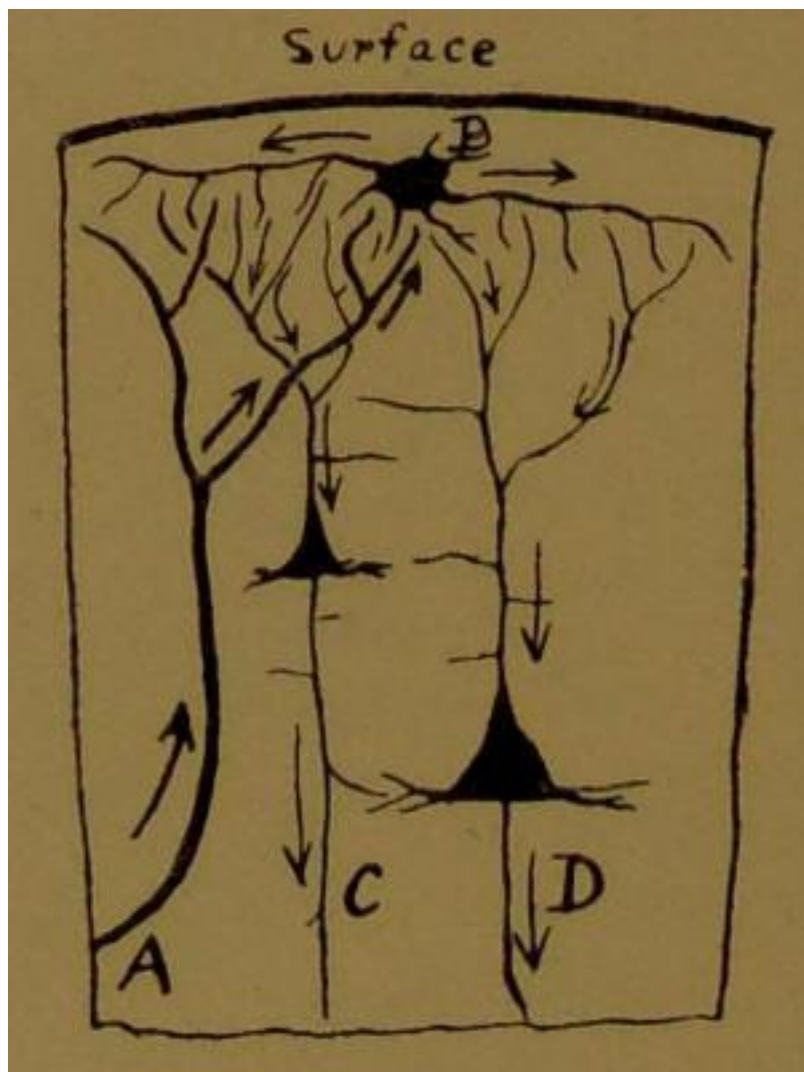


Диаграмма 67.— Показана система нервных клеток в Коре головного мозга.

A - Афферентное волокно; B - распределяющая клетка; C - мелкая пирамидная клетка; D - крупная пирамидная клетка.

Возвращаясь к общим соображениям, важным моментом является способ соединения различных центров волокнами, которые устанавливают между ними взаимосвязь. Мозг может состоять из множества центров, точно так же, как тело состоит из множества органов, но и тело, и мозг должны жить как единое целое. Если сердце и легкие нарушают гармонию, возникают проблемы, и если мост, соединяющий слух с движением в мозге, разрушается, как это иногда случается на какое-то время у переутомленного человека, он страдает психическим расстройством. Он может слышать и понимать, но не может писать или рассуждать разумно: он в здравом уме, но совершенно беспомощен и, как правило, очень напуган.

Еще более важными являются промежуточные станции и подъездные пути на этих линиях связи, поскольку именно здесь осуществляется наиболее тщательное взвешивание и сравнение

поступающих стимулов — окончательное уравнивание перед произвольным действием; одним словом, размышление.

Эти следственные органы называются ассоциативными центрами. Раньше считалось, что все они находятся в передней части мозга, под лбом; но это, очевидно, не так. У нескольких мужчин на войне или в результате несчастного случая лобные доли мозга были повреждены без возможности восстановления; и когда их выписали из госпиталя, где благодаря прогрессу, достигнутому хирургией с тех пор, как были открыты анестетики и антисептики, они успешно прошли курс лечения, они вернулись к своей работе, по-видимому, ничем не отличаясь от людей, мозг которых был цел. Сообщалось, что в некоторых случаях они даже стали более быстрыми и четкими, чем раньше, вероятно, из-за того, что стало меньше ассоциативных центров и мышление ускоряется более простым механизмом: с этого момента факты просеиваются через сито с более крупными ячейками.

Несколько общих соображений, и мы закончили. В мозге нет центра памяти. Факты, которые мы помним, не хранятся, как в ящике, и никто не может себе представить, какими они могли бы быть, учитывая, что физической основой идеи являются молекулярные изменения. Вероятно, вся нервная система связана с памятью, конкретное изменение, которое на мгновение произошло в ее тканях, с большей вероятностью повторится при определенных обстоятельствах, чем свежее, и определенные следы становятся хорошо протоптанными и более проницаемыми, чем другие. Удовольствие и боль - это другие общие явления: они не должны быть локализованы в мозге, как зрение или слух. Удовольствие - это сознание того, что все тело находится в благоприятных условиях; а боль - знание того, что протоплазма определенных клеток тела подвергается воздействию вредных агентов, химических или физических. По-видимому, имеются веские доказательства того, что отдельные нервы передают впечатления от повреждения, отличные от ощущений прикосновения и температуры; но именно бунт всего тела против условий, воздействующих на ту или иную часть, вызывает боль.

Среди лабиринта сложностей, который лежит между физиологией и психологией, есть, однако, один факт, который выделяется ясно и смело: мозг ничего не может создать. Мы видели, как материя поступает в тело и как материя выбрасывается из тела. Мы видели, как энергия высвобождается в организме из химических соединений и используется организмом. Итак, теперь, после минутного размышления, должно быть ясно, что каждый стимул, поступающий в мозг, должен оказывать там свое действие и что мысли и поведение человека полностью зависят от того, что в тот или иной момент пришло из внешнего мира. Ассоциативные центры могут вырабатывать замечательные мысли, но структурно они происходят от более грубых органов чувств и должны получать от них весь материал, с которым они работают.

Нервная система устанавливает связь тела с внешним миром в целом, но для удобства она подразделяется на афферентную систему, с помощью которой поступают впечатления, и эфферентную систему, с помощью которой приводятся в движение мышцы. Из двух половин афферентная система имеет справедливое право на приоритет, поскольку эфферентная система является всего лишь ее следствием. Образы, звуки, запахи и т. Д. Достигают мозга афферентными путями из внешнего мира и там преобразуются в мысли. Их воздействие мы видим в поэзии, архитектуре, скульптуре или работе в прачечной в соответствии с методом

мозга при обработке получаемого сырья и качеством, соответствующим тонкости, с которой мозг исследует их и может управлять двигательными органами тела.

Все, что входит через афферентную дверь, а на сенсорный аппарат некоторых людей воздействовать гораздо легче, чем на другие, производит свой эффект внутри. Иногда энергия расходуется в мыслях, иногда в действиях; иногда она утекает в виде смеха. Но все эти явления имеют материальную основу: материя, вызывающая изменения в материи. 'Те тонкие ткани, в которых душа совершает свои земные дела', как Стивенсон так живописно описывает мозг, придерживаются своих земных дел. Пока не открыто астральное отделение. Человек может развить великую идею на основе полученных им данных, но он должен придать ей материальный смысл, если не хочет, чтобы она была потеряна для его земных братьев. Он может записать это в книге или изваять в мраморе; но самое удобное средство общения со своими товарищами - это звук, которым он может управлять, выпуская воздух из легких по вибрирующим связкам в горле. Эти шнуры регулируются по положению и натяжению, чтобы издать желаемую ноту; а полости грудной клетки, горла и рта, действующие как резонаторы, производят шум, который язык, губы и зубы формируют в слова.

С помощью языка человеческое тело получает возможность сотрудничать с другими себе подобными для освоения ресурсов земли, формирования общества и формирования индивидуального характера. Но здесь заканчивается физиология и начинаются другие науки.

ЭССЕ Против ТЕЛА.

Я.

Такова, насколько это можно сжать в четырех коротких очерках, природа протоплазмы. Мы в общих чертах описали его возможности; описали, что он существует только в форме ячейки; и показали, как ячейки, формируя сообщество и разделяя работу, упрощают жизнь и обеспечивают себе большие преимущества индивидуально. Но теперь у нас есть кое—что свежее - тело.

Тело - это органическое целое, подобное клетке. Он состоит из клеток, но эти клетки развивают только одну из своих многочисленных способностей до предела, чтобы оправдать свое существование в сообществе; они не приобретают новых свойств. Таким образом, на самом деле тело - это просто масса протоплазмы, в которой — хотя и в большем количестве — происходят те же изменения, которые мы обнаруживаем в отдельной клетке. И все же, насколько сильно тело отличается от клетки! какая огромная пропасть зияет между человеком и бабой!

Тело обладает собственными силами, отличными от сил протоплазмы; и протоплазма может все еще быть живой, когда тело, которое она помогла создать, мертво. Несколько тысяч фунтов протоплазмы не смогли бы построить Вестминстерское аббатство, но это сделали несколько сотен человек; ибо точно так же, как из протоплазмы возникает тело, так и тело порождает разум, существо, стоящее настолько же выше его, насколько оно выше клетки.

До сих пор мы брали клеточные единицы за отправную точку при обсуждении жизни; но взгляд на физиологию с высоты птичьего полета был бы неполным, если бы не упоминалась основная тактика протоплазмы — жизнедеятельность тела. Мы должны учитывать потребности мужчины как такового.

Как мы уже описывали ранее, человеку необходимы воздух и пища. Воздух должен содержать необходимое количество кислорода, а пища должна состоять из жидкостей и твердых веществ.

Важной жидкостью является вода. Более половины веса всего организма составляет вода, и мы постоянно теряем ее: через кожу, легкие и почки. Люди могут пить алкоголь с водой, но не вместо нее. Действительно, чем больше алкоголя они принимают, тем больше воды им требуется, потому что, если они принимают спиртные напитки в неразбавленном виде, они выводят воду из организма. Если вы на минуту окунете кусок влажной ткани в спирт, он высохнет с поразительной быстротой, потому что из него впиталась вода. Точно так же, если вы пьете чистые спиртные напитки, они попадают в кровь и стимулируют нервную систему, в конечном итоге выводясь почками; но по пути через ткани они поглощают большое количество воды, которую необходимо восполнить.

О молоке часто говорят как об идеальной пище, и, возможно, так оно и есть для очень молодых животных; но в нем не хватает одного важного компонента — железа. Молодое животное рождается с достаточным количеством железа в организме, чтобы обходиться без него в пище, пока не сможет потреблять что-то получше молока. Если его поздно отнимают от груди, у него развивается анемия. Взрослому животному требуется железо, а также определенное количество твердой пищи. Его пищеварительный канал снабжен большим количеством мышц; и этой мышце, чтобы оставаться здоровой, нужно над чем-то работать - фактически, тренироваться.

Пища человека должна содержать определенное количество грубых веществ — например, целлюлозы, которая образует оболочку растительных клеток. И здесь мы видим отличительную особенность организма. Протоплазма не может использовать клетчатку, на нее не действует пищеварительный сок; но ее присутствие в пищеварительном канале в виде шелухи и мелких семян стимулирует стенки при контакте и вызывает перистальтические движения.

В [Эссе II.](#), посвященном химии организма, мы говорили, что если мы хотим питаться только мясом, мы должны серьезно нагружать свой пищеварительный аппарат, потребляя больше белков, чем нам требуется для получения достаточного количества углерода. Однако столь же верно и обратное: если бы мы питались только овощами, нам снова пришлось бы переедать. Большинство растений содержат большие запасы углеводов; картофель и рис богаты крахмалом, лук - сахаром; но исключительно вегетарианская диета потребовала бы от нас употребления в огромных количествах, поскольку в ней недостаточно белков. Его недостаток не только в количестве — ибо иногда, как в бобах, его доля довольно велика, — но и в том, что он настолько неперевариваем, что значительная его часть проходит через организм не всасываясь.

И наука, и опыт учат, что мы живем наиболее экономно, питаясь углеводами из овощей и белками животных, и что наша пища лучше готовится. При приготовлении пищи паразитические животные, которые достаточно сильны, чтобы пережить испытание кислотой в желудке, погибают, а сама пища становится более доступной, неперевариваемые целлюлозные

оболочки растительных клеток разрываются, а коллаген соединительных тканей превращается в желатин.

Количество пищи не менее важно, чем ее качество; и здесь мы снова получаем хорошую иллюстрацию необходимости заботиться о теле в целом. Аппетит здорового человека - его лучший ориентир, и если он будет следовать ему, то не ошибется. Люди, которые приписывают себе мудрость, превосходящую мудрость Природы, мало осознают, какой вред они наносят, когда насильно запихивают пищу в горло противнику. Клетки пищеварительного тракта переваривают и поглощают то, что им посылают, занимаясь своими делами, а не критикуя аппетит.

- Они не должны задаваться вопросом "почему";

Им остается только сделать и умереть.

Таким образом, пищеварительная и выделительная системы начинают тяжелую и бесполезную работу, и страдает все тело.

Переходя к другой теме, мы обнаруживаем, что тело ест, чтобы оно могло работать, и работает, чтобы оно могло есть. Этот цикл достаточно естественен для животных, которым приходится ходить в поисках пищи, но людям с сидячим образом жизни приходится, ввиду искусственных условий, в которых они живут, выполнять конституциональные упражнения.

Есть много причин, по которым многочисленные и объемные мышцы, которыми наделено тело, должны постоянно использоваться. В [третьем эссе](#) этого тома мы увидели, что ток лимфы и крови по венам в значительной степени зависит от движений конечностей. Следовательно, необходимо выполнять мышечные упражнения, чтобы предотвратить замедление циркуляции крови. Очевидно, что в этом случае возникнет много бед. Мало того, что мышцы были бы истощены из-за медлительности, с которой они получали пищу, но они также были бы отравлены из-за медлительности, с которой выводились продукты их собственного метаболизма. Кровоток стал бы загрязненным, и пострадал бы мозг, которому требуется чистая кровь.

Однако мышцы улучшают кровообращение не только за счет воздействия на сами сосуды, но и другими способами. Физические упражнения оказывают вторичное воздействие на центры кровообращения и дыхания в основании головного мозга и заставляют сердце биться сильнее, а диафрагму сокращаться с большей силой. Влияние последнего на кровообращение мы уже описали; но его энергичное действие требуется не только для того, чтобы улучшить кровообращение в печени и внутренних органах, но и для того, чтобы наполнить легкие воздухом на полную катушку. При дыхании человека, который не занимается физическими упражнениями, при каждом вдохе откачивается лишь небольшая часть воздуха, удерживаемого легкими, большая часть остается застойной в камерах, которые практически не используются. Таким образом, не только уменьшается поступление кислорода, но и образуются многочисленные маленькие щели в теле, заполненные неподвижным, теплым воздухом, которые являются идеальными рассадниками бактерий. Дьявол потребления не позволяет таким жилищам долго оставаться подметенными и убранными.

Без физических упражнений потовые железы кожи не будут функционировать, и ее поры закупориваются. Мышечные оболочки пищеварительного тракта также отражают в своем

состоянии состояние произвольных мышц; за ленью следует запор, потому что если произвольные мышцы ржавеют, то ржавеют и непроизвольные.

Кроме того, мышцы должны быть хорошо развиты и поддерживаться в здоровом состоянии ради них самих. Они составляют большую часть всего тела, и ни у одного здорового мужчины не может быть нездоровых мышц. Невежественные люди насмешливо говорят, что у них нет амбиций поднимать тяжести или сгибать кочергу; но они должны помнить, что они зависят от своих мышц в плане телесного тепла, а также в том, чтобы уберечь свои внутренние органы от давления собственного веса.

Кости скелета не опираются одна на другую; они соединены и удерживаются в нужном положении с помощью пружинящих полос мышц, прикрепленных к их рычагам. Если эти мышцы не развиты должным образом, они устают от напряжения, связанного с поддержанием каркаса, и для экономии труда производится катастрофическая перестройка органов. Грудная клетка втянута, бедра и колени выдвинуты вперед, и мужчина стоит со стесненной грудной клеткой, сжатыми внутренними органами и сильно стесненной диафрагмой. Результатом перераспределения веса является то, что его кости имеют тенденцию опираться друг на друга, как кирпичная колонна, и весь его вес приходится на пятки. Такой человек не может ходить; он ковыляет, сотрясаясь всем телом при каждом шаге.

Приятным контрастом является спортсмен. Спортсмен - это человек, который стремится максимально развить скрытые силы своего тела; и в достижении этой желанной цели физиолог проявляет большой интерес. За последние полвека физиология произвела революцию в наших представлениях о тренировках, как и во многих других вещах. Теперь мы различаем два вида тренировок — подготовку, которую здоровый человек проводит к событию, когда от него ожидают необычных нагрузок, и более медленное и постоянное укрепление всего тела, которое сейчас обычно называют физической культурой. Первое - сравнительно короткий процесс сейчас, когда спортсмены больше не считают *приличным* жить в звериной невоздержанности, когда в ближайшей перспективе у них нет соревнований. Немного дополнительных упражнений для стимуляции выделения и выведения любых отходов, которые могли накопиться в тканях; немного дополнительных белков в рационе, поскольку поначалу наблюдается небольшая склонность к росту; большое количество дополнительных углеводов, поскольку мышцам требуется дополнительное топливо; отдых — и человек готов. Многие спортсмены постоянно тренируются и готовы в любой момент "бороться за свою жизнь".

Второй вид обучения предназначен для тех, кто слаб, или для тех, кто хочет преуспеть. Его целью является не только улучшение здоровья, но и увеличение абсолютной силы и размеров тела, и его воздействие является постоянным. Это требует тщательной диеты и постоянных физических упражнений в течение длительного периода и оказывается одинаково полезным для обоих полов. Эта книга была написана напрасно, если читатель до сих пор не понял, что активность мышц подразумевает активность всех органов тела. Соответственно, вся мышечная система с помощью соответствующих методов подвергается частым упражнениям: вначале щадящим; никогда не изматывающим; но постоянно увеличивающимся по мере роста силы. Результатом является общее развитие органов по всему телу, что со временем приведет к полной трансформации телосложения человека.

Однако ни один спортсмен не может преуспеть только за счет силы; успех зависит от мастерства. У него должны быть силы, чтобы работать, но он должен обладать знаниями, чтобы

применять их, не тратя впустую энергию, и способностью делать это с точностью. Он должен хорошо заниматься тем видом спорта, которым намеревается заняться, — другими словами, тренировать свою центральную нервную систему.

Здесь мы снова должны вернуться к главной идее — единству тела. В этом эссе мы уже рассматривали потребности организма в пище и физических упражнениях, и теперь мы должны рассмотреть потребности его нервных компонентов. Главным из них является образование; но воспитание нервной системы означает, конечно, воспитание всего тела. Все еще есть люди, которые цепляются за старую логическую идею о том, что разум можно развить за счет тела, но посещение больницы или сумасшедшего дома предоставит множество возможностей увидеть, как Природа мстит за плохое обращение с ‘теми нежными тканями, в которых душа совершает свои земные дела’. Физическая культура должна быть выше умственной: *Mens sana in corpore sano* — избито, но верно.

Я, конечно, не говорю, что человек должен одинаково развивать как свое тело, так и ум; только то, что первое должно быть функционально компетентным. Абсурдность предположения, что мозг может извлечь пользу, став частью нездорового тела, несомненно, очевидна для всех. Бездарные инвалиды могут выполнять великолепную работу, как это делал Дарвин, несмотря на плохое состояние здоровья, но не из-за него, и люди большой умственной энергии иногда преждевременно истощают себя своим беспокойством; но голодание и жестокое обращение с телом не создадут интеллекта, как бы болезненно это ни стимулировало воображение.

Для сохранения здорового тела образование центральной нервной системы должно осуществляться по четырем различным направлениям. Ребенок должен научиться полезным рефлексивным действиям, таким как ходьба; тренировать свои ассоциативные центры, чтобы он мог быстро и правильно рассуждать; быть наделен, если ему не суждено жить на необитаемом острове, чувством моральной ответственности и этическими принципами; и иметь в голове полезные факты, от значения слов и алфавита до ценности монет.

Кажется, мало кто понимает, как многому ребенку нужно научиться, прежде чем он попадет в А В С. Он начинает жизнь с очень немногого, кроме способности к обучению, и даже его органы чувств мало что говорят ему, пока он не попрактикуется в их использовании. Если малышу настолько не повезло, что он получил царапину от булавы, он извивается и оповещает об этом весь дом; но, похоже, он вообще не имеет четкого представления о том, где он поранился. Он должен научиться обращаться со своим собственным телом. Он проводит рукой по своему лицу и узнает, что у него есть черты с определенным положением и величиной; затем он машет руками в воздухе и узнает, что существует такая вещь, как пустое пространство; наконец, он стучит костяшками пальцев по краю своей колыбели и узнает, что существуют и другие вещи, кроме него самого. Конечно, его глаза в значительной степени помогают ему формировать свои представления о вещах, но его глаза ничего ему не говорят, пока он не научится верить им, корректируя свои впечатления на ощупь. Он изучает свойства материи с помощью эксперимента, а не интуиции.

Были проведены очень интересные эксперименты с людьми, которые родились слепыми и которым зрение вернули в конце жизни в результате операции. Обычно им требуется некоторое время, чтобы оценить свою удачу. Они говорят, что все вещи прижаты к их глазам, и они боятся пошевелиться. Предметы, с которыми они были тщательно ознакомлены перед операцией — деревянные сферы, кубы, конусы и призмы, — они были абсолютно неспособны распознать на

глаз, пока не взяли их в руки. Они ошибочно принимают воробьев за чайные чашки, и иногда только спустя недели внезапно обнаруживают, что рисунки - это нечто большее, чем смесь неправильных цветных вкраплений на плоской поверхности.

Младенцы должны научиться интерпретировать то, что они видят, почти таким же образом, и им требуется больше времени на это. Ребенок, который плачет на луну, вероятно, не так безрассуден, как думают люди. Он фокусирует взгляд на маленьком, ярком, четко очерченном диске, и ему кажется, что он находится если и не на расстоянии вытянутой руки, то, во всяком случае, достаточно близко, чтобы его можно было поймать сачком для ловли бабочек. Только после того, как он увидел, как оно скрылось за большим деревом на далеком горизонте, у него сложилось смутное представление о его реальных размерах и удаленности.

Предполагается, что термин "физическая культура" в том виде, в каком он обычно применяется, означает только развитие мышц и внутренних органов; на самом деле все только начинается. После того, как органы питания приведены в здоровое состояние, развиваются двигательные органы. Наконец, следует тренировать нервную систему. Из одних мышц не получится даже хорошего бегуна. Он должен тщательно практиковаться до тех пор, пока не сможет делать свой полный шаг, и делать это, не тратя энергию на какие-либо ненужные движения. Затем он должен совершить действие, которое, по мнению его мозга, является наиболее эффективным для того, чтобы заложить свойство своего спинного мозга, чтобы в гонке он мог экономно использовать свою силу, чтобы его мысли были свободны для рассмотрения тактики своих противников и особенностей трассы, иначе он не приложит своих максимальных усилий в самый выгодный момент. Это только один пример. У многих мужчин с нормальным телом развиваются органы восприятия, а не движения: музыкант и дегустатор вин, так же как жонглер и атлет, являются продуктами физической культуры. Даже философ должен развивать физическую основу интеллекта.

Воспитание нервной системы продолжается на протяжении всей жизни; и точно так же, как часто повторяющиеся действия становятся автоматическими, формируются и привычки мышления, которые почти столь же регулярны; фактически, мы могли бы почти назвать их церебральными рефlekсами. Без постоянных физических упражнений мужчины теряют гибкость как ума, так и тела.

Но мы уже вышли за рамки нашего предмета, и нам пора остановиться, чтобы не углубляться в другую науку; ибо изучение психики - это прерогатива не физиолога, а психолога.

II.

Несмотря на странные свойства протоплазмы и на то, что они накапливаются и усиливаются в организме, как мы видели в предыдущей главе, жизнедеятельность имеет непреодолимые ограничения.

Это факт, знакомый всем. Мы можем проследить убывание жизненных сил через ряд стадий, от легкой усталости вплоть до самой смерти. Сон, пожалуй, один из самых интересных, хотя и малоизученный. Мы знаем, что во время сна и гипнотического транса клетки полушарий приостанавливают свою работу и химически восстанавливают себя; что происходит отключение сознания; и что изменения происходят в дыхании и кровообращении и, фактически, в большинстве функций. Но как именно индуцируются эти состояния, мы не знаем.

Было высказано предположение, что во время сна через мозг проходит меньше крови; но это маловероятно, и еще менее вероятно, что нервные клетки втягивают свои отростки и замыкаются подобно морским анемонам, как предположил другой смелый теоретик. Мы можем только провести параллели между клетками центральной нервной системы и любыми другими; все они нуждаются в отдыхе.

Простейшие одноклеточные животные, о которых мы уже так часто упоминали, проводят свою жизнь в чередующихся периодах активности и покоя. В [третьем эссе](#) мы кратко упомянули ослабление каждой последующей реакции при стимуляции мышцы, в которой в основном изучалась тканевая усталость. До того, как мышца сократилась, она содержала определенную форму сахара; когда она устает, сахар исчезает и заменяется продуктами химического воздействия, в результате которого вырабатывалась энергия. Затем должен последовать период отдыха, чтобы мышцы очистились и восполнились. Случай с железами, описанный в [Эссе II.](#), в чем-то похож. После того как клетка железы выпустит свою закваску, ей необходимо потратить некоторое время на выработку свежего запаса, прежде чем она снова будет готова к выделению. На самом деле, кажется, что ячейка загружает себя припасами, как локомотив углем, и, проработав почти до полного израсходования топлива, она вынуждена остановиться, чтобы принять еще.

Все клетки тела время от времени отдыхают; даже клетки сердца, несмотря на то, что их тщательно питают, и какой бы непрерывной ни казалась их работа, отдыхают между каждым ударом, и клетки нервной системы не составляют исключения. Мозг не меньше, чем тело, нуждается в периодических отдыхах для обновления своих химических запасов, и эти отдыхи должны быть тем более продолжительными, поскольку в часы бодрствования мозг работает усерднее и с меньшими перерывами, чем любой другой орган. Только потому, что мозг является средоточием сознания и источником произвольных движений, эти явления приостанавливаются во время сна.

Смерть может показаться на первый взгляд очень простым делом, распадом протоплазмы на более простые неживые соединения; но смерть тела совсем не проста — на самом деле, не всегда легко сказать, когда тело умерло. Обычно, однако, он считается мертвым, когда центральная нервная система сдалась, хотя мышцы могут продолжать жить в течение нескольких часов.

Смерть может начаться по-разному. Потеря некоторых органов приведет к смерти только через значительное время, в то время как отказ других фатально нарушает их экономию и вызывает почти немедленное прекращение жизненно важных функций. Любое вмешательство в нормальное состояние мозга, сердца или легких очень опасно, и именно травма или заболевание одной из трех причин кладет конец большинству мужских проблем. Если мозг ослабевает настолько, что он больше не позволяет сердцебиению или мышцам, которые наполняют и опорожняют легкие, выполнять свои обязанности, тело по очевидным причинам больше не может поддерживать цикл изменений, который мы называем жизнью. С другой стороны, если легкие не могут окислять кровь или сердце доставляет свежую жидкость в мозг, этот орган немедленно разрушается и, если поток чистой крови не будет быстро восстановлен, умирает. Тогда никакое восстановление кровообращения не сможет восстановить его; за этим должна последовать смерть всего остального животного.

Будучи самыми чувствительными, клетки центральной нервной системы обычно умирают первыми, и тогда мы говорим, что человек мертв. Таким может быть тело, но большая часть протоплазмы, из которой оно состоит — фактически, целые органы — остается живой; мышцы будут реагировать на электрическую стимуляцию, и в случае, если некоторые люди могут оспаривать, что это признак жизни, если кусочки его кожи удалить и пересадить другому человеку, они вырастут там, произведут волосы и станут, по сути, частью нового тела. Этого они не смогли бы сделать, если бы были мертвы; мы не можем наделить неодушевленную материю жизнью.

Когда смерть подкрадывается к тканям, лейкоциты отмирают и при этом образуют фермент, который затвердевает в одном из растворенных в крови белков, так что происходит знакомое свертывание. В результате аналогичного процесса определенные компоненты мышц также свертываются, мышцы напрягаются и переходят в состояние, технически известное как трупное окоченение. Говорят, что окоченение наступает вскоре после смерти, если тело содержалось в теплом месте или если смерти предшествовали насильственные физические нагрузки; но смерть в данном случае означает только смерть тела. Именно в тот момент, когда мышечное волокно отмирает, оно переходит в окоченение. Сохраняя его прохладным, чтобы жизненные процессы могли протекать медленно, особенно если он находится в здоровом состоянии, его смерть может быть отсрочена на часы; в то время как, с другой стороны, в конце тяжелого и затяжного сражения измученные солдаты иногда умирают мгновенно от выстрела и их находят неподвижными в том положении, в котором застала их роковая пуля — на коленях, с ружьем к плечу, в процессе стрельбы.

Но если к способу смерти относиться нелегко, то ее причины еще более неясны. Кажется достаточно естественным, что люди погибают в результате насилия или болезней внешнего или септического происхождения, или даже в результате изнашивания одного конкретного органа и вовлечения всего организма в судьбу его части. Но почему люди должны умирать от старости? Почему их жизненная сила должна угасать до тех пор, пока они тихо не угаснут? Жизнь - это механический цикл изменений. Какое-то время, даже после того, как он перестал расти, организм восполняет то, что тратит впустую, и поддерживает себя в состоянии равновесия. Почему же тогда без какой-либо видимой внешней причины она, после более или менее ограниченного периода, приходит в упадок? И, наконец, можем ли мы, приняв надлежащие меры предосторожности, отсрочить или предотвратить старость и смерть?

Во-первых, если рассматривать протоплазму как химическую структуру, то почему при сохранении в благоприятных условиях она должна когда-либо разрушаться? У нас нет оснований предполагать, что в этом есть необходимость. Трудно понять, как крошечные животные, состоящие всего из одной клетки, могут умереть от старости при условии, что на них не будет оказано никакого вредного воздействия. Когда индивид вырастает до определенного размера, он делится надвое, и каждый вступает в жизнь заново. Почему же в таком случае все клетки организма не должны продолжать обновлять свою молодость?

Причина, по которой тело может существовать только определенное время, несмотря на множество шарлатанов с рецептами бессмертия — рецептами, включающими такие пункты, как избавление от всех неприятностей, беспокойств или работы, — должна оставаться в секрете, пока мы не узнаем химическую основу жизни. Кажется, он лежит в камере. Если одноклеточный организм, как описано выше, поместить в сосуд со стерилизованной водой и оставить жить в

одиночестве в идеальных условиях, он начнет делиться и размножаться, как если бы намеревался воспроизводить себя бесконечно. Однако через некоторое время численность косяка начинает сокращаться; каждое последующее поколение слабее предыдущего, и в конце концов все они погибают. Однако, если до того, как это произойдет, одну из истощенных клеток поместить в другой сосуд с аналогичной особью, происходящей от другого предка, они соединятся и образуют единое свежее животное с полностью восстановленными силами, готовое размножаться в той же степени, что и любой из его первоначальных предков. Несколько особей из другого стада оживят таким образом весь выводок.

Следовательно, очевидно, что в клетке есть что-то, что изнашивается после того, как она разделилась определенное количество раз, - что-то, что должно быть восстановлено путем смешивания с клетками другого штамма. Что это такое, мы не знаем и, возможно, никогда не узнаем. Самое большее, что мы знаем, это то, что это, по-видимому, нечто присущее ядру, а не основной массе протоплазмы клетки, поскольку некоторые одноклеточные животные не сливаются при описанных выше обстоятельствах, а обмениваются только частями своих ядер, и все же извлекают преимущества взаимного увеличения жизнеспособности. Но если мы применим этот факт к нашей концепции тела как обширной колонии клеток общего происхождения, мы обнаружим, что это оказывает важное влияние на продолжительность его жизни.

Единственная яйцеклетка, которая дала начало нашему схематичному эмбриону на [диаграмме 3, рис. 1](#), образовалась в результате слияния двух клеток, выделенных двумя разными животными. Как эта клетка растет и размножается путем деления, примерно показано на диаграмме и тех, что непосредственно следуют за ней; но хотя клетки не разделяются, а держатся вместе и образуют тело, очевидно, что колония представляет собой всего лишь косяк одноклеточных организмов, подобных тому, который описан выше как становящийся слабее с каждым последующим делением, если не смешиваться с особями другого происхождения. Это невозможно сделать в теле; что стало бы с нашей индивидуальностью, даже если бы такое было возможно? Организм может помочь дать начало новым органам, но его собственные ткани должны изнашиваться, и когда колония клеток истощается, она должна умереть. Тщательное питание и регулярные привычки при минимальном износе могут позволить организму отработать свой полный срок, но они не могут продлить срок службы.

Так далеко нас может завести только физиолог. Физиология может научить нас, как развивать наши способности и экономить наши силы; она уже начинает превращать медицину из искусства в науку; следует надеяться, что вскоре она произведет революцию в наших нынешних варварских представлениях о том, как растить и обучать детей; короче говоря, она может научить нас, как максимально использовать жизнь и легко умирать; но только до тех пор, пока она не поймет физическую основу жизни, и, возможно, даже тогда, вряд ли удастся продлить дни человека намного дольше традиционных восьмидесяти лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Пока физиолог спокойно работает, медленно, но верно продвигаясь вперед, его критики, дружелюбные и не очень, жужжат вокруг него, как пчелы. Есть те, кто находится в состоянии хронического возбуждения, ожидая час от часу революционного открытия; есть другие, которые уверяют его, что он достиг предела человеческих способностей понимания и никогда не сможет узнать намного больше, чем знает сегодня; и, наконец, есть те, кто заявляет, что он почти ничего не сделал, и что его величайшие усилия не привели ни к какому реальному результату и оставили все важные секреты жизни нетронутыми.

Никто лучше физиолога не знает, насколько ошибочен класс сверхкровных, упомянутый первым. Ни в одной области науки, тем более в физиологии, невозможно достичь вершины лестницы одним прыжком; каждая ступенька должна быть освоена по порядку. Вторгаясь в неизвестную страну, ученый должен тщательно исследовать и эффективно оккупировать ее по мере продвижения. Он должен аннексировать по ходу дела; о летающих колоннах, которые пытаются одним рывком достичь столицы противника, больше никто никогда не слышал. В физиологии публикация различных этапов иногда откладывается до тех пор, пока не будет достигнута цель, но наши знания о жизни подобны храму Соломона: Давид собирает материал, а его преемник возводит здание. Мир наблюдает, как он растет. Это не похоже на те сбивающиеся с толку и неустойчивые дворцы из "Тысячи и одной ночи", построенные гениями за одну ночь и часто столь же таинственно исчезающие.

В каждую эпоху существовали люди, которые заявляли, что люди никогда не смогут знать больше, чем они знают в данный момент. Их было много, когда наука физиология еще не зародилась, и их будет еще много через сто лет; только тогда они будут относиться со снисходительным весельем к грубым и элементарным идеям своих предшественников в начале двадцатого века.

Представители третьего класса, которым доставляет такое удовольствие преуменьшать достижения физиологов, обычно, если кто-то принимает их всерьез, очень мало знают ни о самой науке физиологии, ни об истории ее развития. Я предоставляю читателю самому составить свое суждение о ценности результатов, полученных на основе их чрезвычайно краткого и отрывочного описания в этом небольшом томе, с замечанием, что науке едва ли больше трех четвертей века, и наиболее важные дополнения к нашим знаниям были сделаны в течение последних двадцати лет.

До этого были, как это ни парадоксально звучит, великие физиологи; работа Гарвея, который три столетия назад открыл циркуляцию крови, выше всяких похвал; но насколько туманными, должно быть, были их идеи, видно из следующих фактов: атомная теория материи была сформулирована только в начале девятнадцатого века; только двадцать лет спустя мир был потрясен смелым химиком, который показал, что органические соединения подчиняются тем же законам природы, что и неорганические; и только десять лет спустя была открыта клеточная структура животных, основа для разработки атомной теории материи. при любом изучении жизни признается.

Даже когда наука стояла на прочном фундаменте, прогресс поначалу неизбежно был медленным: химику—органику требовалось некоторое время на изучение и классификацию соединений, встречающихся в организме, - он еще не закончил; и даже когда клеточная теория была усвоена, потребовалось много изобретательности и долгого терпения, чтобы изобрести способы исследования органов под микроскопом, чтобы можно было разглядеть их структуру. Сам микроскоп пятьдесят лет назад был жалкой игрушкой, увеличивавшей диаметр в десять раз там, где сейчас он увеличивается в сто, и дававшей лишь тусклое и искаженное изображение. Совершенствование микроскопа и внедрение анестетиков и антисептиков привели к огромным успехам, достигнутым за последние два десятилетия.

Прогресс в химических знаниях и внедрение новых вспомогательных средств в исследования привели к отказу от жизненной силы в качестве рабочей гипотезы. Жизненная сила была проклятием ранних биологов. Они сделали его ответственным за все, чего не могли понять, и с этим повторным изложением своих трудностей — повторным изложением, которое они называли объяснением, — воздержались от дальнейших исследований. Но когда было обнаружено, что многие из этих необъяснимых явлений, хотя и неподатливые, поддаются тщательному изучению и могут быть объяснены химическими и физическими законами, физиолог перестал говорить о них: 'Это проблемы, связанные с Жизнью, и, следовательно, объясняемые Жизненной Силой, которая недоступна человеческому пониманию', и откровенно признал, что есть много вещей, которые он пока не понимает. Недавно снова появилась виталистическая школа, заявляющая, что все, чего она не может понять, должно безошибочно происходить благодаря какой-то оккультной силе. Он демонстрирует удивительную жизнеспособность, выживая после потрясений, связанных с последовательными открытиями.

Возвращаясь еще раз к сегодняшнему дню, мы закончим кратким обзором физиологической лаборатории и посмотрим, с помощью каких методов физиолог готовит будущие сюрпризы. В первую очередь наше внимание привлекает химический отдел. Импорт и экспорт животных тщательно сбалансирован, и изучаются изменения, вносимые в корм. Животное помещают в герметичную камеру, в нее закачивают воздух известного состава, а выходящий воздух анализируют. Животное, чаще всего используемое для этого эксперимента, - это сам человек, поскольку он будет отдыхать и заниматься физическими упражнениями по заказу, последнее обычно на беговой дорожке, с помощью которой его также можно измерить, и на него можно положиться, что он не будет коротать скуку своего заключения, прогрызая дыры в стенах или переворачивая пищу.

Все вещества, используемые с пищей, находящиеся в организме или выделяемые им, тщательно изучаются; но следует помнить, что это химия, а не физиология. Физиология имеет дело только с протоплазмой, и физиолог, который глубоко вникает в химию неживой материи, должен дисциплинировать свой разум, чтобы он не забывал о ее непрерывных изменениях и не пытался рассматривать ее так, как если бы она была постоянной. Фактический химический состав протоплазмы будет очень твердым орешком, и он может бросать нам вызов до тех пор, пока мы не научимся изображать молекулы так же хорошо на самом деле, как сейчас можем символически. Некоторое представление об этой трудности может сложиться, если мы примем во внимание, что невозможно представить себе чистый образец. Из-за беспокойной активности, которая является условием его существования, он всегда производит изменения в своем окружении, всегда смешанные с сырьем и всегда замаскированные продуктами своего собственного метаболизма. Даже если мы воздержимся от первого, оно потребляет свою

собственную субстанцию до момента смерти. Оно даже под микроскопом не выглядит однородным.

Однако, прежде чем мы сможем продолжить изучение химических методов, необходимо описать гистологические. Читатель, возможно, уже задавался вопросом, как нам удалось так много узнать о клеточной структуре организма. Нелегко нарезать мягкую ткань консистенции сырого яйца на тонкие ломтики, которые можно рассмотреть под микроскопом. Делается это следующим образом: в кровеносные сосуды только что умерщвленного организма вводится жидкость, которая мгновенно убивает и фиксирует клетки примерно так же, как фиксируется яйцо, сваренное вкрутую. Таким образом, сохраняется естественная форма клеток и предотвращается потеря любого из их химических компонентов в результате гниения. Затем кусочек органа пропитывают и отливают в середину цельного куска парафина, который помещают в машинку и нарезают тонкими ломтиками, иногда размером около 40 000 на дюйм. Затем одну из этих стружек приклеивают к предметному стеклу, и после растворения воска каким-либо веществом, таким как бензин, на стекле остается кусочек ткани толщиной около одной клетки, готовый для микроскопического исследования.

Чтобы отдать должное гистологическим методам, потребовался бы целый том сам по себе. Когда срезы фиксируют на предметных стеклах, их обрабатывают рядом реагентов, чтобы показать их химические и структурные особенности. Один срез окрашивают специально, чтобы показать ядро; другой, чтобы показать центросому; третий - гранулы зимогена и т.д. И, поскольку все это не может быть показано в лучшем виде в одной ячейке, по-разному обработанные срезы должны быть нарисованы или сфотографированы отдельно, а типичная структура составлена из нескольких. Путем тщательного окрашивания выясняется химический состав различных частей клетки и изучаются эффекты отдыха, активности, питания и других воздействий.

Возьмем в качестве примера эффект от приема пищи. Несколько животных из одного помета кормятся вместе из одной кормушки. Один был убит до начала трапезы, а остальных убивают с интервалами, разделяющими время, которое должно пройти до того, как наступит время их следующего кормления. Подготавливают серии срезов их органов, по одному от каждого животного помещают в определенном порядке на один и тот же кусок стекла, погружают в одни и те же реагенты и исследуют под одним и тем же микроскопом. Из ряда этих разделов прослеживается прогрессивное воздействие приема пищи на каждый из нескольких компонентов клетки и делаются выводы о некоторых химических процессах.

Обращаясь к физической стороне физиологии, здесь нет необходимости говорить больше о средствах, используемых для изучения свойств мышц и нервов, чем о том, что многие явления происходят с такой чрезвычайной быстротой, что их можно уловить только с помощью фотографической пластинки. При изучении крупных органов физиолог находит увлекательное занятие в разработке моделей, в которых, насколько это возможно, воспроизводятся все физические состояния, и это делается не только для пользы его учеников, но и для того, чтобы помочь ему самому понять их значение. Конечно, не следует слишком полагаться на эти модели, но они значительно расширили наши знания о глазах и горле.

Не требуется большого воображения, чтобы понять трудности, стоящие на пути изучения нервной системы. Прослеживание нервных волокон под микроскопом через бесконечную серию срезов - это работа, которую нельзя ни торопить, ни торопить. В значительной степени

этому способствуют патологические образцы. Животное, которое всю жизнь имело только один глаз, очевидно, будет иметь центральные органы зрения, демонстрирующие большие контрасты. Те, которые связаны со слепым глазом, будут неразвитыми, потому что никогда не использовались, в то время как соответствующие доли мозга, связанные с другим глазом, будут демонстрировать последствия выполнения дополнительной работы.

Многие проблемы, с которыми сталкивается физиолог, могут быть решены только путем экспериментов на живых животных, и эти эксперименты ни в коем случае не являются самой легкой частью его работы. Животное должно содержаться, насколько это возможно, в физиологических условиях, то есть свободным от боли и испуга и не отравленным лекарствами. Однако, благодаря обширным знаниям и умелому использованию анестетиков, препятствия на пути этого метода исследования были преодолены, и его результаты оказались очень полезными. Отсутствие боли - очень важный фактор в эксперименте, и даже если бы физиолог получал бессмысленное удовольствие от причинения страданий, которое приписывает ему воображение его врагов, ему пришлось бы ограничить это удовольствие в своей лаборатории или отказаться от надежды даже на умеренный успех. Более того, в этой стране правительство не допустит подобных экспериментов без своего прямого разрешения, и лицензия совершенно справедливо выдается только тем людям, чьи исследования обещают адекватную отдачу и которые, вероятно, проведут их гуманно и успешно.

Физиологические исследования - это не хобби, к которому можно относиться легкомысленно. Это не один веселый раунд захватывающих схваток с замученными и разъяренными кошками и собаками; напротив, это влечет за собой тяжелый труд и требует бесконечного терпения. Эксперименты, часто утомительные сами по себе, приходится повторять снова и снова как можно большим количеством различных способов, пока не удастся учесть каждое незначительное различие в результатах; и уверенность в том, что как используемые методы, так и данная интерпретация после публикации будут подвергнуты самому пристальному, и не во всех случаях самому дружелюбному, анализу со стороны других специалистов, служит замечательной поправкой к поспешным выводам. Это, однако, занятие, представляющее всепоглощающий интерес, и физиолог чувствует себя вполне вознагражденным, если он может думать, что его труды добавили, пусть и незначительно, к тому контролю над природой, который суровые условия современной жизни делают с каждым днем все более насущно необходимым.

Баллиер, Тиндалл и Кокс, Генриетта-стрит, 8, Стрэнд